







1323

# ABHANDLUNGEN

DER

GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN

# GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT

# ZU DARMSTADT.

**Band IV. Heft 1.**

C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung.

---

Mit 2 lithographierten Tafeln.

DARMSTADT.

IN COMMISSION BEI A. BERGSTRÄSSER.

1901.

# ABHANDLUNGEN

DER

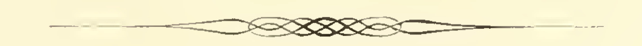
GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN

# GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT

ZU DARMSTADT

**Band IV.**



DARMSTADT

IN KOMMISSION BEIM GROSSH STAATSVERLAG.

1901 – 1908.

# Inhalt.

## Heft 1.



## Heft 2.



## Heft 3.



# DIE

# BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE

DES

# ODENWALDES

# UND SEINER UMGEBUNG

VON

C. LUEDECKE,
BRESLAU.

DARMSTADT.
IN COMMISSION BEI A. BERGSTRÄSSER.
1901.







Die im Folgenden mitgeteilten Untersuchungen der Böden des Odenwaldes wurden in den Jahren 1895 bis 1898 auf Veranlassung der Großherzoglich Hessischen geologischen Landesanstalt ausgeführt und erstrecken sich über folgende Blätter der geologischen Karte des Großherzogtums in 1 : 25000.

| | | | |
|---|---|---|---|
| — | Roßdorf, | Groß-Umstadt, | Neustadt, |
| Zwingenberg, | Neunkirchen, | Brensbach, | König, |
| Bensheim, | Lindenfels, | Erbach, | Michelstadt. |

Aus dem Bereiche der drei nördlichsten Blätter sind nur einige Stichproben zur Untersuchung gelangt, dagegen sind auf dem Bezirke der südlich davon belegenen acht Blätter, welche in der Richtung von Ost nach West einen Streifen von ca. 35 km Länge und 20 bis 25 km Breite von der Bergstraße bis zur Landesgrenze mit Bayern bilden, systematisch unter Anleitung und unter thätiger Mitwirkung der geologischen Bearbeiter dieses Gebietes, der Großh. Landesgeologen Prof. Dr. Chelius (jetzt Großh. Bergrat in Nauheim) und Prof. Dr. Klemm in Darmstadt und des verstorbenen Prof. Dr. Vogel aus Groß-Umstadt, denen der Verfasser zu ganz besonderem Danke verpflichtet ist, ganz speciell untersucht. Die Mitarbeit dieser besten Kenner der Bodenverhältnisse war um so nötiger, als der geologische Aufbau des Gebietes, und darin vor allem des der krystallinen Gesteine ungeheuer kompliziert ist, und richtige Auswahl der zu untersuchenden Bodenproben nur durch weitgehendste Orts- und Sachkenntnis ermöglicht wird.

## I. Geologische Verhältnisse.

Die folgenden Angaben über die geologischen Verhältnisse des Aufnahmegebietes sind den «Erläuterungen zur geologischen Karte», sowie einer von Prof. Chelius verfaßten Übersicht über die geologischen Verhältnisse des Odenwaldes, welche in dem im Jahre 1900 erschienenen Werke «Der

Odenwald» von Georg Volk (Verlag von Hobbing & Büchle in Stuttgart) abgedruckt ist, entnommen. In diesem Werke befindet sich auch eine sehr schöne geologische Übersichtskarte in 1 : 250 000, welche den ganzen Landstrich vom Main bei Frankfurt bis zur Kraichgauer-Senke zwischen Rhein und dem Main bei Miltenberg umfaßt.

In dem bearbeiteten Gebiet sind folgende drei Abteilungen zu unterscheiden:

A. Das Gebiet der krystallinen Gesteine, welches sich vom Rande des Rheinthales und der Bergstraße nach Osten zu erstreckt bis etwa zur Wasserscheide zwischen Mümling und Gersprenz (im Norden etwas übergreifend, im Süden dagegen etwas von der Wasserscheide zurückbleibend). Im wesentlichen ist dieser Teil aus verschiedenen Graniten, Hornblendegranit, Diorit und metamorphen Schiefern mit Diabas aufgebaut.

B. Das Gebiet des Buntsandsteins, zu welchem einige kleine Stücke des Rotliegenden zu rechnen sind, das sich im Osten an das erstgenannte anschließt, sich bis zur Landesgrenze und noch weit darüber hinaus auf badisches und bayerisches Gebiet erstreckt.

$C_1$. Das Gebiet des Diluvium und Alluvium nördlich des Odenwaldes, von welchem vor allen das an das eigentliche Bergland anschließende Lößgebiet und die Übergangszone vom Löß zum Flugsand von Wichtigkeit ist, während sich das eigentliche Gebiet des diluvialen Sandes bis zum Main bei Offenbach und Hanau erstreckt und kleinere Flächen mit Tertiär einschließt.

Von diesen Flächen ist nur das Lößgebiet von mir bearbeitet.

$C_2$. Das Gebiet des Diluvium der Bergstraße.

$C_3$. Das Diluvium im eigentlichen Rheinthale nebst den sehr ausgedehnten Flächen des Alluvium vom Rhein und alten Neckar.

Auch dieses Gebiet ist von mir nicht näher bearbeitet, so daß ich bei Beschreibung desselben auf die von Prof. Chelius und Klemm ausgeführten Untersuchungen und meine eigenen vom linken Ufer des Rheines aus dem Gebiete der Provinz Rheinhessen, die bereits früher veröffentlicht wurden[1], angewiesen war.

---

[1] Abhandlungen der Großherzoglich geologischen Landesanstalt zu Darmstadt, Bd. III, Heft 4, 1899.

## A. Das Gebiet der krystallinen Gesteine.

(Bauschanalysen in Tabelle V.)

Chelius unterscheidet hierin das westliche Bergsträßer Granitgebiet, welches sich von dem Rande des Rheinthales bis zu der im Gersprenzthal entlang laufenden Otzberg-Verwerfung erstreckt, und östlich von diesem Böllsteiner Granitgebiet.

*a.* Im Bergsträßer Granitgebiet, welches aus einer Anzahl durch Verwerfungen voneinander getrennter, in der Richtung NO streichender Schollen besteht, treten bodenbildend auf:

G Der Bergsträßer Granit (älterer). Am Melibokus ist er ein fast weißer Biotitgranit, zum Teil (bei Bensheim) etwas porphyrisch entwickelt, dessen Glimmer eine gewisse lagenweise Anordnung zeigen. Im inneren Odenwalde, namentlich bei Neunkirchen, ist er mehr fleischrot, dunkler gefärbt und deutlich porphyrisch.

Grh Das Gebiet zwischen Heppenheim, Weinheim und Reichelsheim wird vom Hornblendegranit eingenommen; ebenso findet sich derselbe am Felsberg und an der Knodenerhöhe, wo er zahlreiche Diorit- und Schieferschollen umschließt. Bei Reichelsheim wird er syenitähnlich. Neben Orthoklas, Quarz und Biotit führt er noch Plagioklas, Hornblende, auch Apatit.

ms Von den Graniten eingeschlossen finden sich Schollen kontaktmetamorpher Schiefer mit eingelagerten ebenfalls teilweise umgewandelten Diabasen, Reste eines alten ursprünglich aus Thonschiefern, Sandsteinen, Diabasen und Kalken bestehenden Schiefergebirges, welches aber durch Abtragung entfernt und nur in den von dem jüngeren Granit umschlossenen, zwischen Spalten (Verwerfungen) eingesunkenen Teilen erhalten geblieben ist. Die vom Granit umschlossenen kleinen Schieferschollen sind in Hornblendeschiefer, Kalksilikathornfels und Amphibolite, die Kalke in Marmor, die kohlige Substanz ist teilweise in Graphit umgewandelt, während die vom Granit entfernteren Teile richtige Schiefer geblieben sind.

Di Die Diorite sind vielfach vom Hornblendegranit durchdrungen; eine mächtige Zone zieht von Heppenheim bis nach Lindenfels und Reichelsheim. Sie bestehen aus Plagioklas (meist Kalknatronfeldspat, Labrador) und Hornblende mit Biotit, Titanit und Magneteisen etc.

Diese Gesteine werden von zahlreichen Gängen sehr verschie-

dener jüngerer Eruptivgesteine durchzogen, welche aber für die Bodenbildung wenig in Betracht kommen.

Gabbro findet sich in geringer Ausdehnung am Frankenstein und auf Blatt Roßdorf, Darmstadt und Neunkirchen im Anschluß daran.

*b.* Das Böllsteiner Granitgebiet.

Eine wichtige tektonische Linie, welche sich von Oberscharbach und Hammelbach in NNO-Richtung bis in die Nähe von Lengfeld verfolgen läßt, teilweise im Thal der Gersprenz verläuft und von Chelius wegen des in ihr sich erhebenden Basaltkegels des Otzbergs die Otzbergspalte benannt worden ist, trennt das Gebiet des Bergsträßer von dem des Böllsteiner Granites. Es finden sich hier ganz ähnliche metamorphe Schiefer, welche vor allem die Ränder des Granites bedecken, verhältnismäßig wenig verändert sind, als Kontaktmineralien rötlichen Biotit, weißen Muskovit und Sillimanit führen und mitunter viel Feldspat enthalten. Hornblendeschiefer, kleine Marmorlinsen und umgewandelte Diabase sind hier ebenfalls vorhanden; die Granite weichen aber von denen des Bergsträßer Gebietes in ihrer Struktur und der Verteilung der Gemengteile sehr ab.

$Gr_1$. Der ältere Böllsteiner Granit ist dunkel gefärbt, flaserig und ausgeprägt parallel struiert (gneißartig), bald körnig, bald porphyrisch entwickelt und besteht aus schwarzem Glimmer, feinkörnigem Quarz und weiß oder rötlich gefärbtem Orthoklas.

$Gr_2$. Der jüngere, streifige, rötliche Granit bedeckt den älteren oder durchzieht ihn ebenso wie die Schiefer.

Der Biotit häuft sich in einzelnen Lagen an, im ganzen ist nur wenig davon vorhanden und daher bei vorherrschendem Quarz und Feldspat die Farbe des Gesteins hellrot und deutlich streifig.

Auch hier finden sich zahlreiche Gänge von Aplit, Pegmatit und Lamprophyr, die aber für die Bodenbildung nur sehr untergeordnete Bedeutung haben, ebenso wie die Baryt- und Quarzitgänge.

## B. Gebiet des Buntsandsteins.

Auf der unregelmäßig ausgefurchten Oberfläche des Böllsteiner Granites lagert zunächst das Ober-Rotliegende (ro), bestehend aus konglomeratischen Sandsteinen, roten unreinen Sandsteinen und rötlich-grünlichem Letten in einer Mächtigkeit von nur 1 bis 30 m. Für die Bodenbildung kommt

es fast gar nicht in Betracht, da es meist vom Abhangschutt des Buntsandsteins bedeckt ist.

Hierüber folgt der Zechstein (z), welcher ebenfalls nur an wenig Punkten (z. B. bei Forstel und Kinzig) größere Flächen deckt. Er ist als blättriger bis bröckliger grauer Dolomit von 0,5 bis 20 m Mächtigkeit entwickelt und bildet an der Oberfläche ein schmales, vielfach unterbrochenes Band zwischen Buntsandstein und Granit von Nauses bis fast nach Hirschhorn am Neckar.

s Buntsandstein.

In dieser Formation, die den östlichen Teil des Odenwaldes einnimmt und im ganzen vielleicht 500 bis 600 m mächtig ist, werden folgende Abteilungen unterschieden.

su Der **untere Buntsandstein**: Mächtigkeit 30 bis 60 m.

$su_1$ Schieferletten, graue, grünliche und rote Letten mit dolomitisch-sandigen Einlagerungen; sie bilden einen ausgezeichneten Quellenhorizont.

$su_2$ Tigersandstein, mit dem vorigen zusammen mitunter bis 60 m mächtig, hellrote, sehr feinkörnige, buntgefleckte und gestreifte Sandsteine mit thonigem Bindemittel.

sm **Mittlerer Buntsandstein.**

$sm_1$ Der untere Geröllhorizont (Ecks Konglomerat), 50 m mächtig. Feinkörnige Sandsteine mit thonigem, seltener kieseligem Bindemittel, einzelnen Thongallen und weißen Quarzgeröllen.

$sm_2$ Unterer Pseudomorphosensandstein. Weiche, feinschichtige Sandsteine mit zahlreichen dunklergefärbten porösen Stellen; Mächtigkeit 100 m.

$sm_3$ Feinkörniger Sandstein mit Lettenbänken (oberer Pseudomorphosen-Sandstein oder Hammelbacher Sandstein). Mächtigkeit 40—80 m.

Die Lettenbänke von 0,5 bis 1 m Mächtigkeit sind häufig; jede derselben bildet in ihrem Ausgehenden an den Abhängen einen Wasserstrich. Die Sandsteinbänke liefern gute, zum Teil auch sehr gute Bausteine. Das Bindemittel ist aber noch thonig. Dolomitisch-sandige Einlagerungen kommen auch hier vor, ähnlich wie in der unteren Etage.

$sm_4$ Grobkörniger Sandstein mit Kugelhorizont; Mächtigkeit 100 m.

Das Bindemittel ist hier vielfach ausgeprägt kieselig, das Korn oft grob, jedoch wechseln diese Schichten mit kleinkörnigen Sandsteinen mit thonigem Bindemittel. Ein Horizont mit kugeligen Konkretionen aus Sandstein findet sich hier.

$sm_5$ Hauptgeröllhorizont, 120—140 m mächtig. Kieselige, grobkörnige, dunkelgefärbte Sandsteine, durch die ganze Masse geröllführend; auf den Abhängen vielfach Anhäufungen loser Blöcke, «Felsenmeere». Entspricht dem Hauptkonglomerat der Vogesen.

so **Oberer Buntsandstein.**

$so_1$ Zwischenschichten mit Karneolbank, 80—100 m mächtig. Weiße, thonige oft sandigzerfallende, darüber mehr feste Bänke mit glitzernden Glimmerplättchen. Dieser Horizont liefert die besten Bausteine bei Michelstadt, Hetzbach etc.

$so_2$ Röth; rote Schieferthone, welche in unserem Gebiete nur wenig bodenbildend auftreten.

An der Rheinthalspalte ist eine Scholle Buntsandstein oberhalb Heppenheim erhalten geblieben. Zahlreiche Spalten durchsetzen den starkgebleichten Sandstein der Starkenburg, unter welchem salzführender Zechstein vorhanden ist, wie die dort vorhandenen schwach salzigen Quellen bezeugen.

Das Buntsandsteingebiet ist ebenfalls von zahlreichen Verwerfungen durchschnitten, welche meist in der Richtung SW—NO streichen und das Gebiet in eine Anzahl Schollen zerteilen, die sehr verschieden tief aneinander abgesunken sind. Am tiefsten ist der Absturz in der Michelstadt-Erbacher Grabenversenkung, wo Wellenkalk (und jedenfalls auch mittlerer Muschelkalk) in der Thalsohle anstehen.

mu **Muschelkalk.**

Es ist bloß die unterste Abteilung, «der Wellenkalk» ($mu_2$), in einzelnen Schollen vorhanden, bis zum Schaumkalk hinauf; diese Formation ist von großer Wichtigkeit, da sie den für technische Zwecke und für die Düngung des Granit- und Buntsandsteinbodens nötigen Kalk liefern kann.

Es fehlen dann alle Schichten bis zum Tertiär.

Am Rande des Rheinthales ein ganz kleines Stück mitteloligocänen Meeressandes, außerdem finden sich mehrfach auf den Höhen (in Vielbrunn bei 450 m NN.) und auch im Thale bei Erbach (in 240 m NN.) Sande und schwere Thone, welche zum Pliocän (tp) gerechnet sind.

Basalt ist am Nordrand des Odenwaldes im Otzberg und Roßberg, im Süden im Katzenbuckel vorhanden, außerdem finden sich noch einige unbedeutende Basaltgänge. In dem Diluvialgebiete nördlich des Odenwaldes finden sich tertiäre Schichten vielfach im Untergrunde.

## C. Das Diluvium.

du. Hier ist vorhanden im Rheinthal Sand und Kies der Bergsträßer Diluvialterrassen, bestehend aus Geröllen des Odenwaldes und den durch den Neckar abgelagerten.

Ferner Reste von Grundmoränen (dugl.) im inneren Odenwald, welche von geringer Bedeutung sind.

An äolischen Bildungen sind Flugsand und Löß vorhanden. Ersterer deckt im Rheinthal und im nördlichen Vorlande des Odenwaldes große Flächen; aus ihm ist durch die Wirkung des Windes der Löß entstanden, welcher durch die am ganzen Nordrande des Odenwaldes von Chelius festgestellte «Zwischenzone» mit ersterem in Verbindung steht.

dlö. Der Löß ist ein feiner sehr kalkreicher Flugsand, dessen Körner durch Kalkkarbonat leicht verkittet sind. Er deckt die Abhänge der Bergstraße und war früher jedenfalls weit über die Hochflächen verbreitet, wo sich jetzt nur noch geringe Mengen meist vollständig entkalkten Lehmes aus reinem Lößmaterial oder durch den aus der Nachbarschaft eingeschwemmten Gesteinsschutt verunreinigt vorfinden. Dergleichen Bildungen finden sich bis in 560 m Meereshöhe (dl.).

dla. Den bereits zur Diluvialzeit entkalkten und verlehmten Löß hat Chelius Laimen genannt. Durch Entkalkung entsteht an der jetzigen Oberfläche des Löß Lößlehm und durch Verschwemmung Lehm aus Lößmaterial.

Die voraussichtlich unter Mitwirkung der Gletscher der Eiszeit entstandenen Lehme, die sich an wenigen Stellen finden, sind als Glaciallehm bezeichnet und nach dem Material, woraus sie entstanden sind, unterschieden.

### a) Alluvium.

In der Rheinebene findet sich in großer Verbreitung Flußschotter und Flußschlick, abgelagert von Rhein und Neckar und den Odenwaldbächen. Die alten Flußbetten des Neckar sind vielfach mit Torf erfüllt, welcher wieder von

den Schuttkegeln der Odenwaldbäche überdeckt wird. Im innern Odenwald sind Bachschlick, Sand und Schotter die jüngsten Ablagerungen der Bäche auf Thalsohlen und Schuttkegeln, während die vielfach vorhandenen Quellen Veranlassung zur Bildung von Moorboden geben.

---

## II. Die Acker- und Wiesenböden des Odenwaldes.

Als die geologische Aufnahme des krystallinen Gebietes im vorderen Odenwalde durch Prof. Chelius soweit gefördert war, daß die geologische Detailbearbeitung stattfinden konnte, wurde zunächst im Sommer 1895 der Teil von der Bergstraße zwischen Zwingenberg und Heppenheim über den Felsberg und Knodener-Kopf bis nach Neunkirchen und Lindenfels agronomisch im Detail bearbeitet. Da der geologische Aufbau dieses Gebietes infolge der vielfachen Durchdringung der Gesteine sehr kompliziert ist, wurden die Bodenproben fast überall von dem kartierenden Geologen in Gemeinschaft mit dem Verfasser aufgenommen.

Im folgenden Jahre 1896 wurde die agronomische Aufnahme im östlichen Teile des Bergsträßer Krystallinen-, sowie des Böllsteiner Gebietes und des Buntsandstein-Odenwaldes, letztere in Gemeinschaft mit dem Landesgeologen Prof. Dr. Klemm und dem inzwischen verstorbenen Prof. Vogel fertiggestellt.

Die Resultate der Untersuchung des Kalk-, Magnesia- und Kohlensäuregehaltes der 500 aufgenommenen Bodenproben wurden bereits als Anhang zu den Erläuterungen der geologischen Kartenblätter Zwingenberg, Brensbach, Erbach, König und Michelstadt veröffentlicht. Auf die daselbst abgedruckten ausführlichen Tabellen kann hier verwiesen werden; die noch fehlenden Blätter Neunkirchen und Lindenfels erscheinen gleichzeitig mit dieser Abhandlung.

Es wurden einesteils Bodenproben aufgenommen, welche typisch entwickelten Gesteinen entsprechen, andernteils aber auch die vorhandenen Mischböden, welche entweder als ursprüngliche (Stamm-) Böden in den Zonen sich gegenseitig durchdringender Gesteine (wie z. B. Granit und Diorit) oder als Schwemmböden aus der Mischung des Schuttes verschiedener Gesteine, sowie durch Überlagerung derselben mit Flugsand, Löß und Lehm

entstehen, nach Möglichkeit berücksichtigt. Auch wurden Proben von flacherem und tieferem Untergrund (Gesteinsgrus) zum Vergleich mit der Ackerkrume herangezogen.

Die Tiefe der Probenahme betrug bei der Ackerkrume 15—25 cm, bei Wiesen meist 10 cm, Untergrundsproben wurden in 15—25 oder 30 cm Tiefe entnommen und die des Gesteinsgruses in vorhandenen Kies- und Lehmgruben, Steinbrüchen etc. in größter Tiefe bis 100 und mehr cm je nach den vorhandenen Aufschlüssen. Die Entnahmestellen sind in die geologischen Karten mit den Nummern der Tabellen eingetragen. Für die Blätter Neunkirchen und Lindenfels sind zwei Deckblätter angefertigt, auf denen die betreffenden Eintragungen enthalten sind. Folgende Untersuchungen wurden dann von dem Verfasser ausgeführt:

A. Mechanische Untersuchung: Bestimmung des Gehaltes an Feinboden, Schlämmanalyse, Bestimmung von Volumengewicht und Wasserfassung.

B. Chemische Untersuchung:

1 Bestimmung des Humus nach Grandeau, des Glühverlustes, des Kalk-, Magnesia- und Kohlensäuregehaltes in fast allen vorhandenen Proben;

2. vollständige Analysen der aus dem bei 110° getrockneten Feinboden (< 2 mm) in verdünnter Salzsäure (10%) durch dreistündiges Erwärmen auf dem Wasserbade ca. (75—80° C.) aus der Ackerkrume und dem flacheren und tieferen Untergrunde gelösten Stoffe;

3. vollständige Analysen der aus dem Gesteinsgrus (< 2 mm) durch Salzsäure von 1,115 spec. Gewicht durch fünftägiges Erwärmen gelösten Stoffe (nach Hilgard).

Die angewendeten Methoden und die Begründung der Berechnung der Resultate ist zum Teil bereits in der Beschreibung der «Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen» (diese Abhandlungen, Band III, Heft 4) mitgeteilt, worauf Bezug genommen werden kann.

## A. Mechanische Untersuchung.

Hierzu gehören die Tabellen Ia und Ib, auf welchen angegeben ist:

Ia Übersicht der Schlämmanalysen, Gehalt an Feinboden, Thon nach Hilgard, Wasserfassung, Glühverlust, Humus nach Grandeau, Volumengewicht.

Ib Einzel-Schlämmanalysen, Gehalt an Feinboden, Thongehalt, Wasserfassung, Glühverlust, Humus, specifisches und Volumengewicht.

Die Bodenproben wurden stets in mäßig feuchtem Zustande durch ein Rundlochsieb von 2 mm Weite getrieben und dadurch die Steine vom Feinboden getrennt; bei allen weiteren Untersuchungen wurde von diesem Feinboden ausgegangen; Abweichungen hiervon sind besonders namhaft gemacht.

Zur Schlämmanalyse wurden 25 oder 50 gr lufttrockener Feinboden in geschmalteter Schale mehrere Stunden unter vielfachem Rühren mit einem Gummipistill gekocht. Vor einer Reihe von Jahren hat Hilgard darauf hingewiesen, daß die im Boden vorhandenen kolloidalen Substanzen (vor allem der Thon) das Schlämmwasser gewissermaßen zähflüssiger machen, so daß größere Erdteilchen weggeschlämmt werden, als dies beim Nichtvorhandensein der kolloidalen Substanz der Fall sein würde. Von anderer Seite ist dies bestritten worden. Um mich zu überzeugen, habe ich zwölf Schlämmanalysen von Böden des Odenwaldes und von schweren Böden aus Rheinhessen derart doppelt ausgeführt, daß die eine Probe in entsprechender Vorbereitung in den Hilfscylinder des Schöneschen Schlämmapparates gebracht und sofort in der üblichen Weise geschlämmt wurde; aus der anderen Probe wurden aber zunächst die thonhaltigen Teile durch wiederholtes Dekantieren in einem 35 cm hohen und 20 cm weiten Gefäße vollständig entfernt und danach erst der Rückstand und später auch die abgeheberte thonhaltige Flüssigkeit im Schöneschen Apparate geschlämmt.

Die in dem eben genannten Apparat zuerst abzuschlämmenden feinsten Teile von weniger als 0,01 mm Durchmesser haben im Wasser 0,2 mm Fallgeschwindigkeit in der Sekunde, durchfallen also in einer Stunde 72 cm Höhe. Da die Höhe des angewendeten Dekantiergefäßes 30 cm beträgt, so wurde, um ganz sicher zu sein, daß keine zu groben Teile mit entfernt wurden, beim ersten Male nach zwei Stunden, bei den folgenden nach je einer Stunde Absitzen abgehebert.

Im Durchschnitt der 12 ausgeführten Analysen ergab sich:

| A sofort geschlämmt | | B Thon durch Dekantieren entfernt: | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Schlämmprodukt | | a Rückstand | | b aus dem Thonwasser durch Schlämmen geschieden | |
| VI | VII | VI | VII | VI | VII |
| 19,3% | 16,2% | 20,0 | 3,8 | 1,2 | 10,7 |

Die zwölf mit besonderer Sorgfalt ausgeführten Analysen zeigen deutlich, und eine weitere Anzahl bestätigt dies, daß durch den Schöneschen Schlämmapparat aus dem von Thon befreiten Rückstande mehr VI. Produkt (Staub 0,01—0,05 mm) ausgeschieden wird, als wenn man den Boden direkt schlämmt. Der Unterschied schwankt erheblich (Max. 2,5%) und beträgt im Mittel 0,7%.

Nach Hilgard entsteht ferner bei der Ausführung der Schlämmanalyse im Schöneschen Apparat noch ein Fehler dadurch, daß sich feinere Teile, vor allem feine Wurzel- und Erdteilchen zusammenballen und deshalb nicht bei der ihrer Größe entsprechenden, sondern erst bei erheblich höherer Geschwindigkeit abgeschlämmt werden. Durch Schlämmen des Thonwassers wurden, wie oben unter Bb angegeben, noch im Mittel 1,2% Staub abgeschieden, der wegen des langdauernden Absitzenlassens ursprünglich nicht darin gewesen sein kann, sondern sich erst durch Zusammenballen gebildet hat.

Ich bin deshalb bei Ausführung der Schlämmanalyse stets so verfahren, daß ich zunächst durch Dekantieren — wie oben beschrieben — die thonhaltigen Teile entfernte; sodann wurde der Rückstand in den Orthschen Hilfscylinder des Schöneschen Apparates gebracht und in der üblichen Weise abgeschlämmt. Die durch Dekantieren erhaltenen feinsten Teile wurden dann dem Schlämmprodukt VII zugefügt.

In den Tabellen bedeutet A. Ackerkrume, U. Untergrund, $U_2$ tieferer Untergrund, W. Wiese und Wein. Weinberg.

Die Resultate der Schlämmanalysen sind auf Hundertstel des Feinbodens berechnet, wofür die Begründung an anderen Orten mitgeteilt ist.

### Gehalt der Böden an Feinboden.

(Tabelle Ia, Ib, IIa, IIb.)

Der Gehalt an Feinboden ist in allen untersuchten Bodenproben festgestellt; es sind daher auch die in den Erläuterungen zu den obengenannten Blättern der geologischen Karte abgedruckten Tabellen in Betracht zu ziehen. Die Maxima und Minima der am meisten verbreiteten Boden sind in Tab. IIb abgedruckt, während IIa die Mittel aller Bodenarten enthält.

Der höchste Feinerdegehalt der Oberkrume findet sich bei den Wiesen, den alluvialen Böden, sowie denen des Diluvialsandes, des Lehmes und Löß. Die Mittelwerte schwanken hier zwischen 100 und 95%; die Böden des Pliocän gehören ebenfalls hierher. Auch im Buntsandstein finden sich noch viele steinarme Böden; Röth und Schieferletten erreichen hier die höchsten Werte (m = 96 und 98%).

Von den Böden der krystallinen Gesteine zeichnet sich der des Basalt (allerdings mit Löß gemischt) durch hohen Feinerdegehalt aus (97,5%); einzelne Diorit- und Gabbroböden erreichen ebenfalls noch diesen Wert, während ihr Durchschnitt wesentlich tiefer liegt. Die Böden von Diabas und der Böllsteiner Schiefer schließen sich hier an, zugleich mit denen des Rotliegenden und Zechsteins (m = 87%). Wesentlich reicher an Steinen sind die Ackerkrumen der Bergsträßer Schiefer und der verschiedenen Granite, von denen der Bergsträßer wohl die grobkörnigsten Böden liefert.

Der Feinerdegehalt des Untergrundes entspricht im allgemeinen dem der Ackerkrume; da er weniger zersetzt ist als die letztere, so erklärt sich daraus das häufigere Vorkommen größerer Gesteinsbrocken. Andrerseits wird aber bei hängiger Lage aus der Ackerkrume leicht die Feinerde weggeschwemmt, so daß unter Umständen in dieser eine Anhäufung der Steine stattfinden kann. Die Haupttabelle giebt dafür sehr treffende Beispiele.

Der Gesteinsgrus läßt sich in Bezug auf Feinerdegehalt kaum mit der Ackerkrume vergleichen; viele Teile desselben, die ihren Zusammenhang noch bewahrt hatten, sind auf dem Siebe mit den Fingern zerdrückt worden.

Im allgemeinen überwiegen die sandigen, grobsandigen und kiesigen Böden bedeutend; eigentlich schwere Böden sind nur wenige vorhanden, so z. B. die des Pliocän und die der im Buntsandstein vorkommenden Lettenschichten, von denen einzelne wieder durch eingeschwemmten Kies aus anderen Formationen in erwünschtem Grade milder gemacht sind. Auch Ackerböden des Granites nehmen an einigen Stellen eine mehr thonige Beschaffenheit an, abgesehen von Mulden, in denen die von den Abhängen abgeschwemmten feinsten Teile sich anhäufen, aber im großen und ganzen sind dies seltenere Ausnahmen.

Der Diorit bildet dagegen einen mittelschweren Lehmboden.

### Bestand des Feinbodens.

(Tabelle Ia und Ib.)

In der Übersichtstabelle Ia sind die Schlämmprodukte I bis V entsprechend den Korngrößen 2 bis 0,05 mm unter der Bezeichnung «Sand» zusammengefaßt und neben dem «Staub» VI = 0,05 bis 0,01 mm und den «feinsten Teilen» VII $<$ 0,01 aufgeführt.

Der Sandgehalt der einzelnen Bodengruppen schwankt beträchtlich; am höchsten sind die Mittelwerte bei Sand und Kies im Rheinthale: 87%;

in Rheinhessen enthielt der Flugsand 94% Sand. Hierauf folgt die weitverbreitete Gruppe der Böden des mittleren Buntsandsteins, welche mit 56 bis 76% Sandgehalt echte, bald mehr grobkörnige, bald etwas mehr feinkörnige Sandböden darstellen. An diese schließen sich die Böden des Rotliegenden — so weit diese in unserem Bezirk vorkommen — und zwar die der Zeilharder-Schichten und des mit Granitgrus verunreinigten Oberrotliegenden an. Die Böden des unteren und vor allem des oberen Buntsandsteins enthalten wesentlich weniger Sand als die des mittleren (44—46% und 32%) und nähern sich schon den sandigen Lehmböden.

Die krystallinen Gesteine liefern ebenfalls zumeist mehr oder weniger grobsandige und kiesige Böden. Am höchsten ist der Sandgehalt bei denen des Bergsträßer und älteren Böllsteiner Granites (65—67%), auch überwiegen hier die gröberen Gemengteile wesentlich; etwas weniger Sand liefert der Hornblendegranit und ähnlich verhalten sich Diabas und metamorphe Schiefer, welche Böden mit 52—55% Sandgehalt entstehen lassen. Weniger sandreich und mehr lehmhaltig sind die Lehmböden des Diorit mit 45% Sand.

An diese Stammböden schließen sich einige Lehmböden der Moränenbildungen an und der glaciale Lehm über Granit von Neutsch mit 37% Sand (Granophyrlehm). Eigentliche Thonböden mit mäßigem Sandgehalt liefert der Wellenkalk (28%); für den Muschelkalk von Göttingen hatten wir früher ganz ähnliche Verhältnisse festgestellt. (Zeitschr. f. Naturwissenschaften, Bd. 65, S. 219. 1892.)

Der geringste Sandgehalt ist bei den glacialen Lehmböden und denen des Löß und Laimen vorhanden, er beträgt hier nur 13—20% und stimmt mit dem in Rheinhessen gefundenen vollständig überein.

Durch sehr hohen Gehalt an Staub ausgezeichnet, sind auch hier im Odenwald und Rheinthal, ebenso wie auf der anderen Seite des Rheins die Böden und das Gestein des Löß und Laimen und die Lehmböden, die aus diesem Material entstanden sind. Der Gehalt an Staub beträgt hier im Mittel 50—55% und steigt bis auf 69% (Sandlöß), während er bei anderen Böden nur selten 25% erreicht und nur ganz ausnahmsweise bis 30% ansteigt; er ist dann meist durch Löß- oder Lehmbeimengung beeinflußt.

Bodengruppen, welche im Durchschnitt 50% und mehr feinste Teile in der Ackerkrume enthalten, also als echte, mäßig schwere Thonböden bezeichnet werden könnten, sind nicht vorhanden; nur wenige Einzelanalysen weisen einen Gehalt von dieser Höhe nach, so die lettigen Schichten des oberen Buntsandsteins Flur 13 in Michelstadt und der Wellenkalkboden

im Gräsig ebenda. Pliocän und die Schieferletten des unteren Buntsandsteins könnten wohl ähnlich schwere Böden entstehen lassen, indessen ist die Ackerkrume des ersteren meist durch Beimischung von Lehm und die der Schieferletten durch solche von Buntsandstein- oder Granitschutt gemildert. Pliocän und Muschelkalk haben im Mittel zwischen 40 und 50% feinste Teile und enthalten daher die schwersten Böden von allen untersuchten Gruppen; der Untergrund des Pliocäns ist vielfach sehr schwerer Thon, während der des Muschelkalkes aus Kalkkies und Gerölle besteht.

Kräftige Lehmböden mit 30 bis 40% feinsten Teilen sind im Gebiet der Schieferletten ($su_1$) und vor allem in dem Gebiet des Glaciallehms vorhanden und finden sich auch mitunter auf dem stark verlehmten Laimen und Lehm, wo allerdings, wie auch im eigentlichen Lößgebiet, die leichteren sandigen Lehmböden mit 20 bis 30% feinsten Teilen vorherrschen.

Den geringsten Gehalt an feinsten Teilen haben Flugsand und Sand der Hochterrasse im Rheinthal, im Mittel 6% gegen 5% in Rheinhessen. Etwas höheren Gehalt haben die etwas besseren Böden des mittleren Buntsandsteins $sm_1$ bis $sm_4$, bei denen er in den Einzelanalysen zwischen 6 und 37% schwankt, und welche meist zu den reinen und schwachlehmigen Sandböden zu rechnen sind. Im Mittel enthalten die einzelnen Bodengruppen 12—15% feinste Teile. Hierher gehören auch noch verschiedene Untergrundgesteine von Sandlöß mit 14—19% feinsten Teilen, gegen 15% im rheinhessischen Gebiete. Auch die eigentlichen Granitböden sind fast ausschließlich hierher zu rechnen, da sie 8 bis 23% feinste Teile enthalten; nur der Boden des jüngeren Böllsteiner Granits ist noch etwas reicher (27%) und eine Probe von Pfaffenbeerfurth (29%). Die letztere nimmt aber eine Ausnahmestellung ein, da sie aus der an der Otzbergverwerfung abgesunkenen und dabei vollständig zertrümmerten Zone stammt, in welcher die Vorbedingungen für außergewöhnlich starke Zersetzung des Gesteins gegeben sind. Etwas reicher als die Granitböden sind an feinsten Teilen die der metamorphen Schiefer (Mittel 20 und 25%); an den Stellen, wo sie vom Granit durchdrungen sind, sind diese Böden selbstverständlich steiniger als an den Stellen, wo reine Schiefer vorhanden sind. Dioritböden enthalten 20 bis 37% feinste Teile; in vielen Fällen sind es sandige Lehmböden, ähnlich den Lehm- und Laimenböden.

Die im Schöneschen Apparat abgeschlämmten «feinsten Teile» bestehen selbstverständlich nur zum kleinsten Teile aus Thon. Dieser ist auf chemischem Wege überhaupt nicht zu bestimmen; es wurde deshalb zur Be-

stimmung der sog. kolloidalen Thonsubstanz das von Hilgard angegebene und a. a. O. von uns beschriebene Verfahren angewendet. Ich bin von dieser Methode nur insofern abgewichen, als ich die abgeschiedene und auf einem Filter gesammelte Thonsubstanz nicht bei 100° getrocknet und dann gewogen, sondern das Filter mit der Substanz verbrannt und nach schwachem Glühen gewogen habe. Unsere Böden enthalten fast sämtlich recht wenig Thon, das gefundene Maximum ist 8,8% im Lehm von Gadernheim, darauf folgen Wellenkalkboden mit 8,3% und der des Oberrotliegenden von Ober-Kainsbach mit ebenfalls 8,3%. Das Minimum enthält Flugsand 0,5% (in Rheinhessen 0,6%).

Das Verhältnis zwischen Thon und feinsten Teilen ist durchaus nicht konstant, wie schon durch die rheinhessischen Untersuchungen festgestellt wurde. In folgender Tabelle sind die Bodengruppen, von denen Thonbestimmungen vorhanden sind, geordnet nach steigendem Thongehalt; die letzte Spalte enthält das Verhältnis zwischen feinsten Teilen und Thon.

| Ordn.-Nr. | Boden. | Feinste Teile VII %. | Thon nach Hilgard %. | Auf 100 feinste Teile kommt Thon |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Flugsand | 4,7 | 0,7 | 14,9 |
| 2 | Grobkörniger Sandstein $sm_4$ | 12,0 | 1,1 | 9,1 |
| 3 | Zwischenschichten $so_1$ | 38,8 | 1,3 | 3,4 |
| 4 | Jüngerer Böllsteiner Granit | 26,0 | 1,9 | 7,3 |
| 5 | Hauptgeröllhorizont | 27,4 | 2,2 | 8,0 |
| 6 | Bergsträßer Granit | 16,9 | 2,5 | 14,8 |
| 7 | Älterer Böllsteiner Granit | 16,2 | 2,6 | 16,1 |
| 8 | Feinkörniger Sandstein mit Lettenbänken | 14,0 | 2,7 | 19,3 |
| 9 | Schiefer | 18,4 | 3,7 | 20,1 |
| 10 | Zechstein | 23,1 | 3,7 | 16,0 |
| 11 | Lehm | 32,4 | 3,7 | 11,4 |
| 12 | Löß | 30,1 | 4,3 | 14,3 |
| 13 | Pliocän | 38,7 | 4,3 | 11,1 |
| 14 | Ecks Konglomerat | 14,7 | 4,4 | 30,0 |
| 15 | Hornblendegranit | 21,9 | 5,0 | 22,8 |
| 16 | Diabas | 22,6 | 5,0 | 22,1 |
| 17 | Diorit | 27,2 | 5,2 | 19,1 |
| 18 | Schieferletten $su_1$ | 27,2 | 5,2 | 19,1 |
| 19 | Tigersandstein $su_2$ | 32,0 | 6,0 | 18,7 |
| 20 | Muschelkalk | 45,4 | 6,0 | 13,2 |
| 21 | Glaciallehm | 39,3 | 6,5 | 16,5 |
| 22 | Rotliegendes | 26,3 | 8,3 | 31,5 |

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß vielfach die Böden, die arm an Thon sind, auch wenig feinste Teile enthalten, doch sind zahlreiche Ausnahmen hiervon vorhanden, z. B. Nr. 14, Ecks Konglomerat, welches leichte Sandböden liefert, deren feinste Teile aber wegen des kaolinischen Bindemittels des Gesteins, welches bei der Verwitterung Thon liefert, so viel von letzterem enthalten als die untersuchten schwersten Böden. In den leichten Sandböden enthalten die feinsten Teile etwa 5 bis 12 % Thon, in den schweren 18 bis 30. Im Muschelkalkboden ist durch den hohen Kalkgehalt der Thon zum größten Teile in koaguliertem Zustande vorhanden, wo er sich der Bestimmung entzieht, aber auch bewirkt, daß der Boden leichter zu bearbeiten ist, als dies bei kalkarmem Material der Fall wäre; die rheinhessischen Böden sind, wie am anderen Orte nachgewiesen, für diese Verhältnisse sehr sprechende Beispiele.

**Wasserfassung der Böden.**

Diese wurde nach der a. a. O. ausführlich beschriebenen Methode bestimmt, indem der Feinboden mittelst der Rüttelmaschine in eine flache Büchse von bekanntem Volumen so dicht als möglich eingefüllt wurde, worauf derselbe durch Aufsaugen mit Wasser gesättigt und die größte Wasserfassung nach Gewicht und Volumen bestimmt wurde. Durch wiederholtes Auffüllen von trockenem Boden wird dann nach und nach der Inhalt der Büchse wieder soweit entwässert, bis das Gewicht konstant bleibt, worauf die kleinste Wasserfassung nach Gewicht und Volumen bestimmt wird.

In die Tabellen Ia und Ib ist nur die auf Volumen berechnete Wasserfassung eingestellt, weil diese die in der Natur herrschenden Verhältnisse besser darstellt als die auf Gewicht bezogene.

Bei den rheinhessischen Böden sind die Mittelwerte der größten Wasserfassung bei vielen Bodengruppen höher als 50 Vol. %; bei den Odenwaldböden erreichen die Mittelwerte niemals diesen Betrag, nur der Glaciallehm von Gadernheim hat 54 %; auch der Thongehalt ist hier der höchste (8,8 %) in unserem Gebiete, während er in Rheinhessen bis zu 13 % ansteigt. Zwischen 42 und 47 % schwankt die größte Wasserfassung bei den Böden des Löß, Laimen, Lehm und des mit Lehm gemischten Pliocän; auch im Granitgebiet finden sich mehrfach ähnlich hohe Werte, obgleich die Böden dort sandig sind und auch ihr Thongehalt nur gering ist. Für den rheinhessischen Löß sind die Werte 44 bis 50 Vol. %, im allgemeinen also etwas höhere als die im Odenwald festgestellten.

Den geringsten Wert erreicht die maximale Wasserfassung bei dem Wellenkalkboden (33 $^0/_0$), einem kies- und sandreichen Thonboden, während sich hieran die echten Kies- und Sandböden des Rheinthales mit 34 bis 36 $^0/_0$ direkt anschließen. Für den rheinhessischen Flugsand stellte ich in Übereinstimmung mit vorigen den Wert der größten Wasserfassung zu 38 Vol. $^0/_0$ fest, während die dortigen Kalkböden mit 43 bis 46 $^0/_0$ wesentlich günstiger gestellt sind als der Wellenkalk des Odenwaldes.

Die größten Werte für die kleinste Wasserfassung mit 23—26 Vol. $^0/_0$ finden sich bei dem Glaciallehm und Lehm aus Lößmaterial; Löß und Laimen haben 18—23 $^0/_0$, der rheinhessische Löß hat 22—28 $^0/_0$, der Lößlehm 19—24 $^0/_0$, Sandlöß dagegen nur 12—17 $^0/_0$.

An diese Böden bester physikalischer Beschaffenheit mit tiefem gleichartigen Untergrunde schließt sich der des jüngeren Böllsteiner Granites mit 15 $^0/_0$ kleinster Wasserfassung; indessen ist hier die Ackerkrume nur wenig mächtig, und der Untergrund besteht in Steingeröll oder festen Bänken, so daß dadurch der Boden sehr minderwertig wird. Der im Boden des Buntsandsteins öfter festgestellte beträchtliche Thongehalt hält auch die Werte für die Wasserfassung auf beträchtlicher Höhe, so daß dieselben für su 21—22 Vol. $^0/_0$ und für sm 13—22 $^0/_0$ betragen. Auch die Granitböden verhalten sich nicht so ungünstig, als man aus ihrer sandigen Beschaffenheit vermuten sollte (17—24 $^0/_0$); der Wellenkalkboden weist nur 19 $^0/_0$ auf, woran sich die rheinhessischen Kalkböden mit 15—18 $^0/_0$ anschließen. Das Minimum der Wasserfassung findet sich beim Flugsand von Schönberg 9 Vol. $^0/_0$ und beim $sm_1$ vom Steinkopf bei Heppenheim 13 $^0/_0$, wogegen in Rheinhessen bei Flugsand 12 $^0/_0$ und bei anderen Sanden 15—17 $^0/_0$ als geringste Werte festgestellt wurden.

Unter der Bezeichnung Glühverlust der Tabellen ist die Menge des Humus mit einbegriffen; beide sind in einer sehr großen Anzahl von Bodenproben bestimmt, und die Resultate sind in den «Erläuterungen zur Geologischen Karte» einzeln aufgeführt. Der Glühverlust wurde stets erst bestimmt, nachdem das im Boden als Karbonat und Humat vorhandene Calcium durch Salzsäure von 1 $^0/_0$ ausgezogen und die Probe bei 110$^0$ getrocknet war; er ist also entstanden durch Verbrennen sämtlicher Humussubstanzen, der Wurzeln und Düngerreste, sowie durch Austreiben des Hydratwassers. Daß letzteres vielfach in beträchtlicher Menge vorhanden ist, zeigen die an dem Gesteinsgrus ausgeführten Bestimmungen, in welchem Humussubstanz und Wurzeln nur in ganz geringer Menge vorhanden sind.

Es enthielten folgende Proben:

| Nr. | 382 | 78 | 384 | 113 | 202 | 345 | 55 | 374 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiefe d. Probenahme cm | 100 | 100 | 150 | 50 | 50 | 50 | 100 | 300 |
| Glühverlust % | 3,6 | 2,0 | 3,3 | 2,2 | 1,3 | 1,4 | 3,0 | 0,8 |
| Humus | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,1 |

| Nr. | 403 | 39 | 173 | 109 | 54 |
|---|---|---|---|---|---|
| Tiefe cm | 150 | 100 | 150 | 150 | 75 |
| Glühverlust % | 1,5 | 4,6 | 2,5 | 1,9 | 4,4 |
| Humus | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | —. |

Am höchsten ist der Glühverlust im Durchschnitt bei den torfigen Wiesenböden des Granitgebietes, die sich auch durch sehr hohen Humusgehalt auszeichnen; das Maximum beträgt hier 26%; die Wiesen im Buntsandsteingebiete erreichen nur 11,2%. Im Lehmgebiete findet sich bei einer Probe von König 20,1%.

Bei den Ackerböden schwanken die Mittelwerte der einzelnen Bodengruppen nicht sehr erheblich; nur der Wellenkalkboden hat wesentlich mehr Glühverlust als alle anderen, während der Humusgehalt recht gering ist. Dies erklärt sich jedenfalls dadurch, daß diese Äcker so oft und so lange als möglich mit Klee, Luzerne und Esparsette niedergelegt werden, weil sie sich für andere Früchte nur schlecht eignen. Dadurch häuft sich eine beträchtliche Wurzelmasse an, wie dies auch durch die Untersuchung anderer Kleeäcker (z. B. Nr. 138 Löß, 249 Lehm und die Kalkböden in Rheinhessen) bestätigt wird. Die Humussubstanz wird aber bei Anwesenheit der großen Menge Kalk und den sonstigen erhitzenden Eigenschaften der Kalkböden schnell oxydiert.

Die geringsten Mittelwerte für Glühverlust finden sich beim Diluvialsand 2,1%. Der Flugsand von Schönberg hat 1,3%, der rheinhessische 0,9 bis 1,3%. Auch im Buntsandsteine haben einzelne Böden nur wenig größere Mengen, während dieselben bei denen von Lehm, Löß und den krystallinen Gesteinen wesentlich höher sind.

Die Methoden der Humusbestimmung sind noch sehr unvollkommen; auch die Bestimmung des im Boden vorhandenen Kohlenstoffs und Berechnung desselben auf Humussubstanz kann nur irreführen und muß falsche Vorstellungen über die Zusammensetzung des Bodens erwecken, da Wurzel- und Stoppelrückstände und Kohle, die sich in jedem Boden findet, weder in chemischer noch in physikalischer Beziehung Wirkungen wie die kolloidale Humussubstanz hervorbringen können. Ich habe deshalb vorgezogen, die

Menge der Humussubstanz nach der Methode von Grandeau (matière noire) zu bestimmen, die zwar auch sehr unvollkommen ist, aber doch einen Teil der wirklichen Humussubstanz (die sog. Huminsäuren) von anderen organischen Massen zu trennen gestattet; in unsrem Falle war dies um so wichtiger, als alle kalkarmen Böden, und zu diesen gehören die Böden des Odenwaldes mit nur geringen Ausnahmen, zur Versäuerung durch Humussäure neigen.

Die Mittelwerte des Gehaltes an Humussäuren für alle Bodengruppen sind am besten aus Tabelle IIa zu ersehen; die Angaben derselben sind Tausendstel des Feinbodens. Am ärmsten an Humus sind die Böden des $su_1$, des Zechsteins, Diorit und einer von Hornblendegranit; diese enthalten nur 0,2—0,4 $^0/_0$. Arm ist auch noch der Boden des Löß, welcher im Min. 0,2 $^0/_0$, im Max. 1,0 $^0/_0$ und im Mittel 0,5 $^0/_0$ enthält; hieran schließen sich Diluvialsand, Glaciallehm und andere Mischböden mit Lehm. Nur wenig reicher (0,7—0,9 $^0/_0$) sind zahlreiche Böden der krystallinen Gesteine, des Buntsandsteins und des Pliocän und Lehmes. Alle diese Böden sind noch als humusarm zu bezeichnen, und es entsprechen ihnen aus dem rheinhessischen Gebiete die sandigen Böden des Diluvium, Flugsandes, Löß etc. und die tertiären Sand- und Kalkböden.

Eine mittlere Höhe von 1,0—1,2 $^0/_0$ erreicht der Humusgehalt in einer großen Anzahl von Böden der krystallinen Gesteine und auch einiger Stufen der Buntsandsteinformation; erheblich mehr ist noch vorhanden im Diabasboden (1,6 $^0/_0$), Granitporphyr (1,6), grobkörnigen Sandstein und Pliocän, welche vielleicht früher als Wiese oder Wald benutzt wurde und sich aus dieser Zeit noch einen höheren Gehalt an Humus und an organischer Substanz überhaupt bewahrt haben.

Auf den kalkreichen Böden in Rheinhessen bildet sich bei Anhäufung von Humussubstanz Schwarzerde, im kalkarmen Gebiet des Odenwaldes findet aber unter ähnlichen Verhältnissen Moor- und Torfbildung statt, wie dies die Untersuchung der Wiesenböden deutlich zeigt. Der Humusgehalt schwankt hier zwischen 1,2 und 7,3 $^0/_0$, die Mittelwerte zwischen 2,0 und 3,8 $^0/_0$; das Maximum von 6,2 und 7,3 $^0/_0$ findet sich bei zwei sumpfig-torfigen Wiesen von Raidelbach im Gebiete des von porphyrischem Granit durchdrungenen Diorites, ferner auf dem Felsberg und im Thale von Hemsbach. Der Glühverlust einschließlich des Humus beträgt hier 11,7 bis 26 $^0/_0$. Ähnlich ist auch der Boden der Grohwiesen von König, der sich aus Buntsandsteinschutt, Lehm, Löß und Moor zusammensetzt, beschaffen: Glühverlust 20, Humus 6,4 $^0/_0$.

Der Humusgehalt des Untergrundes ist in den meisten Fällen wesentlich geringer als der der Ackerkrume; nur der Boden auf der Höhe des Felsberges macht hier eine Ausnahme; es beträgt hier:

| in Tiefe | Glühverl. | Humus |
|---|---|---|
| 0—20 | 6,7 | 2,5% |
| 20—35 | 6,1 | 2,1% |
| 100—120 | 3,4 | 0,4%. |

Die fast wagrechte Lage des Ackers, welcher jedenfalls bis vor nicht langer Zeit mit Wald bestanden gewesen ist, erklärt den hohen Gehalt an organischer Masse. Vielleicht hat auch hier in 500 m Höhe und bei beträchtlichem Regenfall früher eine Moorbildung stattgefunden, wie sie auf den Hochflächen des Schwarzwaldes vielfach vorhanden ist. Sogar der Gesteinsgrus in 1 m Tiefe enthält hier noch 0,4% Humus, während an andren Stellen in dieser Tiefe meist nur Spuren oder gar keine Humussubstanz nachgewiesen werden konnte.

## B. Chemische Untersuchung.

### 1. Kalk-, Magnesia- und Kohlensäuregehalt der Böden.

(Tabelle IIa und IIb.)

In allen Bodenproben wurde zunächst der Gehalt an Kalk, in den meisten derselben der an Magnesia und in der Hälfte auch der an Kohlensäure bestimmt. Hierbei wurden 2 bis 20 gr des lufttrocknen Feinbodens mit der doppelten Menge zehnprozentiger Salzsäure auf dem Wasserbad bis auf 70° erwärmt und die in Lösung gegangenen Mengen von Calcium und Magnesium bestimmt, und zwar das erstere durch Titrieren des abfiltrierten Calciumoxalat-Niederschlages mit übermangansaurem Kalium in schwefelsaurer Lösung, und das letztere als Magnesiumpyrophosphat durch Wägung. Ferner wurde noch in einer großen Anzahl Proben das bei Gelegenheit der Humusbestimmung in einprozentiger Salzsäure gelöste Calcium bestimmt. Beide Resultate stimmen meist sehr nahe überein.

Aus vielen Böden lösten sich bei Behandlung mit Säuren beträchtliche Mengen Eisen, welches die weitere Manipulation sehr erschwert. Vor allem löst sich aus den humusreichen Wiesenböden das Eisen meist sehr viel leichter und in größerer Menge als aus den humusarmen Ackerböden, was darauf hindeutet, daß dasselbe zum Teil als Humat im Wiesenboden vorhanden ist. Es wurde deshalb das bereits in der Beschreibung der

rheinhessischen Böden mitgeteilte Verfahren der Kalkbestimmung ohne Fällung des Eisens und der Thonerde in Anwendung gebracht und zwar vor allem in den Fällen, in denen auf Bestimmung der Magnesia verzichtet wurde. Es wird hierbei der größte Teil der in der Bodenlösung vorhandenen freien Säure abgestumpft, ohne daß aber Eisen ausfällt, die Lösung wird erhitzt und neutrales Ammoniumoxalat in heißer konzentrierter Lösung im Überschuß zugesetzt, hierauf wird vorsichtig mit Ammoniak neutralisiert, so daß ein wenig Eisen und Thonerde ausfällt, und mit einem Tropfen Essigsäure wieder angesäuert. Das gefällte Eisen löst sich sofort wieder. Bei diesem Verfahren bilden sich zum Teil Ferro-, Aluminium- (u. Mangan-) Oxalate, während das Calcium aus heißer, neutraler oder schwach essigsaurer Lösung in körniger Beschaffenheit vollständig ausfällt, so daß es sehr leicht abfiltriert und ausgewaschen werden kann. Zur Prüfung dieses Verfahrens wurden im Sommer 1896 46 Doppelbestimmungen ausgeführt und es fanden sich gegen das normale Verfahren (Fällung von Eisen und Thonerde und Wiegen in Form von CaO) folgende Differenzen: 3mal $\pm$ 0, 10 mal war das Resultat ohne Fällung des Eisens nach obigem Verfahren kleiner und zwar im Mittel um 1,1 mgr, 33 mal war es größer im Mittel 1,7 mgr. Die gesamte Menge CaO betrug dabei 0,05 bis 0,16 gr. Die Genauigkeit des beschriebenen Verfahrens mit Bestimmung des Calciums durch Titrieren ist daher für unsere Zwecke vollständig genügend.

Wollte man nach Abscheidung des Ca auch Mg bestimmen, so müßten die Eisen- etc. Salze durch Citronensäure in Lösung gehalten werden; wir haben dies Verfahren aber nicht weiter geprüft.

Die Kohlensäure wurde bei Vorhandensein geringer Mengen im Geißlerschen Apparat aufgefangen und direkt gewogen; bei Vorhandensein großer Mengen wie im Löß etc. wurde sie durch Gewichtsverlust mittelst des Mohrschen Apparates bestimmt.

Die Resultate der Einzelanalysen sind in den Erläuterungen zur geologischen Karte abgedruckt; ich gebe hier in Tabelle IIa die Mittelwerte für alle Bodengruppen in Tausendsteln des lufttrocknen Feinbodens, in Tab. IIb die Schwankungen und Mittelwerte für die am weitesten verbreiteten Böden und zwar stets das $\frac{\text{Minimum-}}{\text{Maximum-}}$ Mittel.

### I. Die Böden der metamorphen Schiefer.

Bergsträßer Schiefer:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| Ackerkrume | $\frac{1{,}0}{4{,}1}$ 2,6 | $\frac{0{,}6}{3{,}2}$ 2,2 | $\frac{0{,}1}{0{,}3}$ 0,2 |
| Untergrund | 1,9 | 3,7 | 0,1 |
| Gesteinsgrus | 1,4 | 4,0 | 0,0; |

Böllsteiner Schiefer:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1{,}1}{4{,}5}$ 2,6 | $\frac{0{,}1}{2{,}2}$ 0,9 | $\frac{0{,}2}{1{,}0}$ 0,4 |
| Gesteinsgrus | 3,9 | 0,4 | 0,4. |

Beide Arten Schiefer bestehen im großen und ganzen aus ähnlichem Material und sind deshalb auch in Tabelle IIb zusammengefaßt; der mittlere Kalkgehalt beträgt 2,6 ‰, der an MgO ist öfter beträchtlich höher als der an CaO, der an $CO_2$ dagegen recht gering, so daß die Basen an Humus- und Kieselsäure gebunden sein müssen, was auch dadurch bestätigt wird, daß der Gesteinsgrus frei von $CO_2$ ist.

Die Graphitschiefer treten nur auf ganz beschränkten Flächen auf; sie sind teils sehr kalkarm (0,1 ‰), teils auch kalkreicher (8 ‰).

Am Rande des Gebietes in der Nähe der Bergstraße finden sich Flächen, auf denen der Kalkgehalt durch Überstreuung mit kalkreichem Material aus Löß oder Flugsand beträchtlich erhöht ist (bis zu 30 ‰).

### Böden von II. Diabas, III. Diorit, IV. Gabbro.

II. Diabas:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1{,}7}{2{,}6}$ 2,2 | $\frac{2{,}4}{3{,}9}$ 3,2 | $\frac{0{,}1}{0{,}1}$ 0,1 |
| U. | — 1,1 | — 1,5 | — 0,1 |
| Grus | — 0,9 | — 2,0 | — 0,1; |

III. Diorit:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1{,}1}{4{,}2}$ 2,7 | $\frac{0{,}3}{4{,}0}$ 2,5 | $\frac{0{,}0}{0{,}8}$ 0,2 |
| U. | $\frac{4{,}0}{4{,}6}$ 4,3 | — 4,6 | $\frac{0{,}04}{0{,}1}$ 0,1 |
| Grus | $\frac{1{,}6}{3{,}9}$ 4,3 | $\frac{4{,}8}{5{,}5}$ 5,1 | $\frac{0{,}05}{0{,}3}$ 0,1; |

IV. Gabbro:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{2,1}{3,8}$ 3,0 | $\frac{2,9}{7,5}$ 4,5 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,15 |
| Grus | $\frac{3,7}{5,6}$ 4,6 | $\frac{2,7}{5,6}$ 4,0 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,2. |

Die aus diesen Gesteinen entstandenen Böden haben einen mittleren Kalkgehalt von 2 bis 3 ‰; der Magnesiagehalt ist oft ebenso hoch, mitunter auch wesentlich höher als der an CaO. Kohlensäure ist meist nur in geringen Mengen vorhanden. Untergrund und Gesteinsgrus enthalten ähnliche oder noch größere Mengen an löslichem CaO und MgO wie die Ackerkrume. Mischböden mit Löß und Flugsand und höherem Kalkgehalt kommen hier auch vor und enthalten bis 21 ‰ CaO.

### V. Böden des Granites.

a. Bergsträßer Granit:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,5}{6,0}$ 2,4 | $\frac{0,2}{3,3}$ 1,6 | $\frac{0,0}{0,9}$ 0,2 |
| U. | — 3,1 | — 1,4 | — 0,04 |
| Gesteinsgrus | — 6,0 | — 0,9 | — 0,05; |

b. Granit von Neutsch (Granophyr):

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1,0}{1,9}$ 1,3 | $\frac{0,9}{1,5}$ 1,2 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,1 |
| Grus | — 2,2 | | — 0,2; |

c. Böllsteiner älterer Granit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,7}{4,4}$ 2,2 | $\frac{0,2}{4,3}$ 1,8 | $\frac{0,02}{0,6}$ 0,2 |
| U. | — 4,2 | — 2,3 | — 0,2 |
| Grus | $\frac{2,8}{4,6}$ 3,7 | $\frac{0,2}{2,7}$ 1,8 | $\frac{0,07}{0,3}$ 0,2; |

d. Bölisteiner jüngerer Granit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,6}{2,3}$ 1,5 | $\frac{0,3}{2,0}$ 1,1 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,1 |
| U. | — 0,6 | — 0,2 | — 0,1 |
| Grus | $\frac{1,0}{1,5}$ 1,2 | $\frac{0,3}{1,3}$ 0,8 | — 0,4. |

Die aus den verschiedenen Abarten des Granites entstandenen Böden nehmen den bei weitem größten Teil des westlichen Odenwaldes einschließ-

lich der Böllsteiner Höhe ein. Der Kalkgehalt und auch der an Magnesia ist überall gering; Kohlensäure ist meist nur in Spuren vorhanden. Am geringsten ist der CaOgehalt im Granit von Neutsch (Granophyr) und Böllsteiner jüngeren Granit, wo er in der Ackerkrume 1,5 ‰, im Untergrunde 0,6 ‰ beträgt, etwas höher ist er in den aus Böllsteiner älterem und Bergsträßer Granit entstandenen Böden, erreicht aber auch hier nur 2,4 %. Am weitesten verbreitet ist von diesen der Bergsträßer Granit, während der Granophyr und jüngere Böllsteiner nur geringe Flächen decken.

In der Nähe der Bergstraße kommen auch durch Flugsandbestreuung mit Kalk angereicherte Granitböden vor, während auf der Böllsteiner Höhe sich eine äußerst kalkarme Lehmbedeckung an einigen Stellen findet (0,5 ‰ CaO).

### VI. Böden des Hornblendegranites.

Hornblendegranit:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | CO ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1,5}{6,7}$ 3,6 | $\frac{1,9}{4,8}$ 2,1 | $\frac{0,02}{0,2}$ 0,2 |
| U. | $\frac{1,5}{3,0}$ 2.3 | $\frac{1,2}{1,7}$ 1,5 | $\frac{0,1}{0,1}$ 0,1 |
| Grus | $\frac{2,1}{7,9}$ 5,1 | $\frac{1,0}{4,2}$ 2,4 | $\frac{0,03}{0,1}$ 0.06. |

Diese Böden sind im allgemeinen etwas reicher an CaO (3,6 ‰) und MgO (2,1 ‰) als die vorigen; Kohlensäure ist ebenfalls nur in Spuren vorhanden. Auch hier finden sich Stellen mit Lößüberstreuung.

### VII. Böden des Quarzporphyr.

Es ist hier bloß eine Probe vom Rande des Lößgebietes von Groß-Umstadt untersucht, so daß eine Lößbeimengung wahrscheinlich ist.

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| Diese Probe Nr. 94 enthält | 6,5 | 1,8 | 2,7 |
| während zwei Böden aus Rheinhessen von Wöllstein ebenfalls am Rande des Lößgebietes enthalten: | 2,5 | Sp. | 1,5 |
| | 4,5 | 0,7 | 0,5. |

### VIII. Böden des Basaltes (mit Lößbeimengung?).

Basalt kommt in unsrem Gebiete nur in sehr geringer Ausdehnung in einzelnen Kuppen und Gängen vor; die einzige untersuchte Probe stammt

vom Galgenberg bei Lengfeld, welcher im Lößgebiet liegt. Es wurden gefunden:

| | Ackerkrume. | | | Untergrund. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ‰ | CaO | MgO | $CO_2$ | CaO | MgO | $CO_2$ |
| Galgenberg bei Lengfeld | 10,6 | 1,4 | 1,0 | 11,8 | 1,7 | 0,4. |

Bei Gelegenheit von Wiesenbesichtigungen in der Provinz Oberhessen wurden einige Proben von Basaltböden gesammelt, in welchen gefunden wurde:

| | CaO‰ | MgO‰ |
|---|---|---|
| Basaltacker an der Sommermühle bei Harbach | 9,5 | 16,1 |
| desgl. von Nieder-Ohmen | 4,2 | 5,4 |
| » » » Untergrund | 5,4 | — |
| » » Vadenrod, Schmidtsberg | 5,8 | 6,1 |
| » » » Untergrund 30—40 | 6,4 | 13,9 |
| » » » » 100 | 5,3 | 7,5 |
| » » Heimershausen | 4,1 | 11,8 |
| Wald. Hangelstein-Kuppe gen. Wißeck | 6,7 | — |
| Mittel: | 5,9 ‰ CaO | 10,2 ‰ MgO. |

Kohlensäure war nur wenig vorhanden, ist aber nicht quantitiv bestimmt.

## IX. Böden der Minette.

Die Minette liefert einen ziemlich kalkreichen Boden; da das Gestein aber nur in ganz schmalen Gängen auftritt, so kommen diese Böden praktisch gar nicht in Betracht.

## X. Böden des Rotliegenden.

| | CaO‰ | MgO‰ | $CO_2$‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1,1}{3,9}$ 2,2 | $\frac{0,6}{1,0}$ 0,8 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,1 |
| U. | 2,1 | 1,0 | 0,1 |
| Grus | $\frac{0,2}{0,9}$ 0,6 | $\frac{0,1}{0,2}$ 0,2 | 0,0. |

Diese Böden besitzen nur sehr geringe Verbreitung im eigentlichen Odenwalde; sie sind kalk- und magnesiaarme und fast kohlensäurefreie Lettenböden.

## XI. Böden des Zechsteins.

| | CaO‰ | MgO‰ | | |
|---|---|---|---|---|
| A. | $\frac{4,1}{11,5}$ 7,8 | $\frac{1,9}{5,2}$ 3,5 | | Mangan-böden |
| U. | 12,9 | 5,3 | | |
| kalkreich: | 250 | 126 | 308‰ | Dolomitböden. |

Sie sind wie die vorigen ebenfalls nur in geringer Ausdehnung vorhanden; sie sind teils übermäßig reich an Dolomit (250‰ CaO, 126 MgO, 308‰ $CO_2$), so daß man sie als Mergel zur Verbesserung kalkarmer Böden verwenden könnte; teils sind sie auch kalkärmer und manganreich. (7,8‰ CaO).

## XII. Böden des Buntsandsteins.

Diese ganze Formation enthält nur kalkarme und sehr kalkarme Böden. Es schwankt der Gehalt an

| | CaO‰ | MgO‰ | $CO_2$‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,1}{1,9}$ 0,7 ‰ | $\frac{Sp.}{1,6}$ 0,3 | $\frac{0,0}{0,6}$ 0,3 |
| U. | $\frac{0,1}{1,2}$ 0,5 | $\frac{0,0}{2,0}$ 0,2 | $\frac{0,0}{0,1}$ 0,1 |
| tieferer » | $\frac{0,05}{1,0}$ 0,7 | $\frac{Sp.}{0,5}$ 0,3 | — —. |

In vielen Fällen ist der Untergrund noch kalkärmer als die Ackerkrume, wie dies unter ähnlichen Verhältnissen auch sonst noch vorkommt. Tabelle IIa enthält die Mittelwerte der in den Böden der einzelnen Stufen dieser Formation gefundenen Mengen an CaO, MgO, $CO_2$, die gefundenen Minima, Maxima und Mittel sind hierunter zusammengestellt.

### Böden des unteren Buntsandsteins.

$su_1$ Schieferletten:

| | CaO% | MgO% | $CO_2$% |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1,2}{1,9}$ 1,5 | $\frac{0,6}{1,6}$ 1,1 | 0,2 |
| U. | 1,2 | 0,5 | 0,1 |
| Gesteingrus: | 1,0 | 0,4; | |

$su_2$ Tigersandstein:

| | CaO% | MgO% | $CO_2$% |
|---|---|---|---|
| A. | 1,9 | 0,9 | 0,3 |
| U. | 0,5 | 0,6 | 0,02. |

## Böden des mittleren Buntsandsteins.

sm1 unterer Geröllhorizont (Ecksches Konglomerat):

| | CaO‰ | MgO‰ | $CO_2$‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,1}{1,1}$ 0,6 | $\frac{0,1}{0,5}$ 0,3‰ | 0,6 |
| U. | 0,2 | 0,07; | |

sm2 Pseudomorphosensandstein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,2}{1,2}$ 0,7 | $\frac{0,1}{0,5}$ 0,3 | $\frac{0,0}{0,6}$ 0,4 |
| U. | 1,0 | 0,04; | |

sm3 feinkörniger Sandstein mit Lettenbänken, oberer Pseudomorphosensandstein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,05}{0,8}$ 0,5 | $\frac{\text{Spur}}{0,5}$ 0,2 | $\frac{0,02}{0,2}$ 0,08 |
| U. | 0,2 | Spur; | |

sm4 grobkörniger, kieseliger Sandstein mit Kugelhorizont:

| | | |
|---|---|---|
| A. | $\frac{0,1}{0,4}$ 0,3 | $\frac{0,0}{0,2}$ 0,1 |
| U. | 0,2 | 0,1 |
| Grus | $\frac{0,05}{0,1}$ 0,1 | $\frac{0,05}{0,1}$ 0,06; |

sm5 Hauptgeröllhorizont:

| | | |
|---|---|---|
| A. | $\frac{0,3}{0,3}$ 0,3 | $\frac{\text{Spur}}{0,2}$ 0,1 |
| U. | $\frac{0,1}{0,4}$ 0,3 | $\frac{\text{Spur}}{0,1}$ 0,05. |

## Böden des oberen Buntsandsteins.

so1 Zwischenschichten mit Karneolbank:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,4}{1,5}$ 1,1 | $\frac{0,2}{0,4}$ 0,3 | 0,2 |
| U. | 0,9 | 0,4 | 0,2 |
| Grus | $\frac{1,0}{1,1}$ 1,0 | $\frac{0,4}{0,5}$ 0,5; | |

so2 Röth:

Gestein 1,6‰ CaO und 0,7 MgO.

Vielfach kommen auch hier Mischböden mit Löß und Lehm vor, welche auch in reinem, aber meist sehr stark entkalktem Zustande an vielen Stellen auf den Höhen als Reste einer früher sehr weit verbreitet gewesenen Decke festgestellt werden konnten.

## XIII. Böden der Muschelkalkformation.

| | Ca O °/₀₀ | Mg O °/₀₀ | C $O_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{54{,}4}{106{,}9}$ 75,8 | $\frac{2{,}0}{2{,}3}$ 2,7 | $\frac{40{,}1}{91{,}1}$ 60,4. |

Von dieser ganzen Formation sind in unsrem Bezirk nur einige größere Schollen der untersten Abteilung des Wellenkalkes in der Erbach-Michelstädter Grabenversenkung erhalten geblieben. Der Gehalt der Böden an Ca O ist sehr hoch, schwankt aber doch beträchtlich; der an Magnesia ist im Verhältnis zu dem an Kalk gering, beide Basen sind an Kohlensäure gebunden.

Im Göttinger Wellenkalkboden hatte ich früher festgestellt:

Kalkgehalt $\frac{26}{99}$ 78 °/₀₀ und Mg O 0,3 °/₀₀ im Mittel, derselbe ist also dem von Michelstadt in Bezug auf Kalk- etc. Gehalt ganz ähnlich.

Der Untergrund dieser Böden besteht fast ausschließlich aus grobkörnigem Kalksteingrus. Das Gestein ist sehr wertvoll, da es den zur Verbesserung der kalkarmen Böden nötigen Kalk liefern kann.

Wellenkalkstein von Steinbach enthielt:

CaO 521 °/₀₀ MgO 5 $CO_2$ 418.

## XIV. Böden des Pliocän

| | Ca O °/₀₀ | Mg O °/₀₀ | C $O_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}7}{0{,}7}$ 0,7 | $\frac{0{,}1}{0{,}3}$ 0,2 | 0,3 |
| $U_1$ | $\frac{0{,}8}{0{,}8}$ 0,8 | $\frac{0{,}1}{0{,}4}$ 0,2 | 0,3 |

kommen nur an wenig Stellen auf den Hochflächen vor; an sehr vielen Stellen ist die Ackerkrume mit Lehm und Löß gemischt, wodurch der sonst schwere Boden gemildert und auch etwas kalkhaltiger geworden ist. Die reinen Böden sind aber stets arm an Kalk, Magnesia und Kohlensäure.

XV. Böden des Diluvium

sind in der Rheinebene und an den Abhängen des Odenwaldes gegen diese, sowie im Innern des Berglandes und vor allem nördlich desselben bis zum Main über weite Flächen verbreitet. Es sind folgende Abteilungen unterschieden:

a. Sand- und Kiesböden der Hochterrasse in der Rheinebene;
b. Böden der Grundmoränen im Mümlingthal bei Erbach und im Gersprenzthal bei Groß-Bieberau;
c. Böden des Flugsandes, Löß, Lößlehmes und Laimen;
d. Böden des Lehms:
   α aus Lößmaterial (von c nur schlecht zu trennen),
   β Glaciallehm aus gemischtem Material,
   γ glacialer Lehm über Granit von Neutsch (Granophyrlehm);
e. Lehm mit Buntsandstein.

a. Sand- und Kiesböden der Bergsträßer Diluvialterrassen.

| | CaO% | MgO% | CO% |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{8{,}8}{16{,}5}$ 12,6 | $\frac{0{,}8}{1{,}8}$ 1,2 | $\frac{4{,}6}{6{,}3}$ 5,4 |
| $U_2$ | — 56,9 | — 1,2 | —44,6. |

Das Gestein ist sehr reich an Kalk und Kohlensäure; auch die daraus entstandenen Böden sind oft noch recht kalkreich. Infolge der großen Durchlässigkeit ist aber die Entkalkung an einzelnen Stellen schon sehr beträchtlich fortgeschritten, so daß im Minimum doch nur vorhanden sind:

8,8‰ CaO  0,8‰ MgO  4,6‰ $CO_2$.

In den Erläuterungen zu den Blättern Zwingenberg und Bensheim führt Dr. Klemm einige Analysenmittel diluvialer Kiese von der Bergsträßer Diluvialterrasse an; es wurde aber bei Ausführung derselben der Bodenauszug mittelst kochender konzentrierter Salzsäure hergestellt, so daß die Resultate mit unsren Untersuchungen nur bedingungsweise verglichen werden können.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XII. | älterer mittel dil. Kies | A. | 5,4‰ CaO, | 1,7‰ MgO, | 2,5‰ $CO_2$ |
| I. | » » » » | Wein | 26,3 » » | 4,8 » » | 25,7 » » |
| II. | jüngerer » » » | A. | 5,0 » » | 1,2 » » | 0,2 » » |
| XIII. | » » » » | A. | 1,8 » » | 1,0 » » | 0,2 » ». |

Da bei Anlage von Weinbergen der Untergrund aus ca. 50 cm Tiefe nach oben gebracht wird, so entspricht Probe I mehr dem tieferen Untergrunde als der Oberkrume.

In dem rheinhessischen Gebiete sind die entsprechenden Bildungen unter a2 «kalkreiche Böden im Rheingau» (Diluvialterrasse) aufgeführt mit

41 °/₀₀ CaO, 5 MgO und 13 $CO_2$.

b. Böden der Moränen.

Die bei Erbach sind nur von geringer Bedeutung und ebenso kalkarm wie der Buntsandstein, aus welchem sie entstanden sind:

| | CaO °/₀₀ | MgO °/₀₀ | $CO_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0,9}{1,0}$ 1,0 °/₀₀ | $\frac{0,3}{0,6}$ 0,5 °/₀₀ | 0,2 °/₀₀ |
| U. | 0,5 | 0,4 | 0,2. |

Die von der Wersauer Mühle sind durch Lößbeimengung kalkreicher:

| | CaO °/₀₀ | MgO °/₀₀ | $CO_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|---|
| A. | 3,3 | 0,4 | 0,4. |

c. Böden des Flugsandes.

Das Gestein des Flugsandes ist ebenfalls recht kalkreich; wegen der großen Durchlässigkeit ist aber die Entkalkung der Ackerkrume an vielen Stellen schon weit fortgeschritten. In zwei Proben von der Bergstraße wurde gefunden:

| CaO °/₀₀ | MgO °/₀₀ | $CO_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|
| $\frac{6,6}{40,2}$ 23,1 | $\frac{0,4}{5,9}$ 3,3 | $\frac{3,3}{11,6}$ 7,5. |

Ferner teilt Prof. Dr. Klemm in den Erläuterungen zu Blatt Zwingenberg-Bensheim einige Analysen der Oberkrume des Flugsandes im Rheinthale mit:

| | CaO °/₀₀ | MgO °/₀₀ | $CO_2$ °/₀₀ |
|---|---|---|---|
| Acker | $\frac{1,2}{8,5}$ 5,5 | $\frac{0,7}{2,2}$ 1,6 | $\frac{0,4}{3,4}$ 2,2 |
| Wald | $\frac{0,9}{1,0}$ 1,0 | $\frac{0,7}{1,1}$ 0,9 | $\frac{0,1}{0,3}$ 0,2. |

$c_2$. Böden des Löß, Lößlehm und Laimen.

Der Löß tritt am West- und vor allem am Nordrande des Odenwaldes in größerer Verbreitung auf, während sich im Innern unseres Gebietes nur spärliche Reste einer jedenfalls früher weitverbreiteten Lößdecke erhalten haben. Die Übergangszone zwischen Löß und Flugsand, die wir auch in Rheinhessen feststellen konnten, nimmt nördlich und westlich vom

Lößgebiet einen beträchtlichen Raum zwischen diesem und dem des Flugsandes ein.

Der tiefere Untergrund, das Lößgestein, aus 40 bis 400 cm Tiefe enthält:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| im Odenwald | $\frac{82}{145}$ 110 | $\frac{11}{19}$ 13 | $\frac{67}{122}$ 97 |
| in Rheinhessen | $\frac{80}{177}$ 128 | $\frac{5}{20}$ 10 | $\frac{105}{158}$ 140 |
| aus dem Elsaß[1] (19 Proben) | $\frac{41}{236}$ 117 | $\frac{8}{50}$ 18 | — |
| aus Baden[2] | $\frac{113}{188}$ 147 | — | —. |

Der Löß ist ein Sandmergel, der durch Regen und Frost in ein sehr feines Pulver zerfällt und deshalb mit Vorteil überall zum Mergeln verwendet werden kann, wo die Transportkosten nicht zu hoch werden.

Die Ablagerung des Löß ist nicht fortlaufend erfolgt, sondern hat mehrmals lange Zeit hindurch gestockt. In dieser Periode der Diluvialzeit sind die obersten Schichten der damaligen Lößablagerung entkalkt und es haben sich beträchtliche Mengen von Humus angesammelt, so daß ein kalkarmer humoser Lehm, von Chelius als «Laimen» bezeichnet, entstanden ist. Derselbe enthält:

$$\text{CaO}\ \frac{1,3}{48,9}\ 18,1‰ \qquad \text{MgO}\ \frac{0,1}{1,2}\ 0,6 \qquad CO_2\ \frac{0,1}{0,3}\ 0,2‰.$$

Er ist fast frei von Kohlensäure und enthält das Calcium an Humussäure gebunden.

In der Ackerkrume des Lößbodens wurden bestimmt:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| im Odenwaldgebiet | $\frac{2,8}{115}$ 34 | $\frac{0,1}{21}$ 4,6 | $\frac{0,4}{101}$ 32 |
| im rheinhessischen Gebiet | $\frac{5,0}{127}$ 54 | $\frac{0,1}{8}$ 4 | $\frac{2,0}{91}$ 40. |

Es entstehen aus dem kalkreichen Gestein mitunter ziemlich kalkarme Böden; da der Löß für Wasser leicht durchlässig ist, so versinkt dasselbe darin in großen Mengen, und da ferner in den obersten Bodenschichten durch Oxydation der organischen Substanz beträchtliche Mengen von Kohlensäure

[1] Hoffmann, La composition chimique des terres d'Alsace-Lorraine.

[2] Neßler, Landw. Wochenblatt 1897.

gebildet werden, so wird der vorhandene kohlensaure Kalk verhältnismäßig leicht gelöst und geht mit dem Wasser in die Tiefe. Auf den stärker geneigten Abhängen, wo die Abtragung durch das oberirdisch abfließende Wasser schneller fortschreitet als die Entkalkung, sind natürlich kalkreichere Böden vorhanden; während an den Stellen, wo schwache Lößdecken über sehr durchlassenden Gesteinen lagern (z. B. Buntsandstein) und das Oberflächengefälle gering ist, der Kalk bis auf ein Minimum ausgelaugt sein kann.

Der Kalkgehalt der untersuchten Proben des Untergrundes beträgt durchschnittlich nur 4,5 ‰; es hat dies seinen Grund darin, daß diese Schichten an den Stellen der Probenahme aus Laimen bestanden haben, welcher hier über 250 cm Mächtigkeit besitzt. Die Proben des tieferen Untergrundes mit echtem Löß sind dagegen recht kalkreich. (Mittel 111 ‰ CaO.)

c3. Lehm aus Lößmaterial.

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}1}{3{,}2}$ 1,7 | $\frac{\text{Spur}}{3{,}0}$ 0,9 | $\frac{0{,}0}{1{,}2}$ 0,3 |
| $U_1$. | $\frac{0{,}1}{2{,}7}$ 1,6 | $\frac{\text{Spur}}{2{,}6}$ 1,1 | $\frac{0{,}1}{0{,}4}$ 0,3 |
| $U_2$. | $\frac{0{,}4}{2{,}6}$ 1,6 | $\frac{0{,}3}{2{,}6}$ 1,1 | $\frac{0{,}1}{0{,}2}$ 0,1. |

Von den Böden des Löß findet zu denen des Laimen und bis zu jenen des Lehms ein allmähliger Übergang statt; alle bestehen aus Lößmaterial und die Grenze zwischen den einzelnen Gruppen ist schwer zu ziehen. Wir haben in dieser Abteilung die Böden vereinigt, welche weniger als 4 ‰ CaO enthalten, und bei denen die Lagerung nicht darauf hinwies, daß sie zum regelmäßigen Lößprofil gehörten.

Der Kalkgehalt der Ackerkrume schwankt zwischen 0,1 und 3,2 ‰, der des Untergrundes zwischen 0,1 und 2,6 ‰ und der des tieferen Untergrundes bis 150 cm Tiefe zwischen 0,4 und 2,6 ‰. Im Durchschnitt sind diese Böden noch kalkarm. Der Magnesiagehalt schwankt gleichfalls beträchtlich; Kohlensäure ist nur sehr wenig vorhanden.

d. Glaciallehm

*α*. aus gemischtem Material:

| | CaO ‰ | MgO ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1{,}9}{4{,}5}$ 2,9 | $\frac{0{,}5}{2{,}4}$ 1,6 | $\frac{0{,}04}{0{,}6}$ 0,4 |
| U. | 2,7 | 1,3 | 0,9. |

Diese Böden sind wesentlich schwerer, mitunter auch reicher an Steinen als die vorigen, während ihr Kalk- und Magnesiagehalt etwas höher ist; der Kohlensäuregehalt ist gering.

β. Die glacialen Lehme auf Granit von Neutsch (Granophyrlehm) bestehen wesentlich aus Granit- und Granophyrmaterial und enthalten viele weniger stark zersetzte Gesteinsbrocken. Sie sind gleichfalls arm an Kalk und Magnesia, jedoch meist doch nicht so stark ausgelaugt als viele Lehme aus Lößmaterial.

| | $CaO$ ‰ | $MgO$ ‰ | $CO_2$ ‰ |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{1,2}{1,7}$ 1,5 | 0,6 | $\frac{0,01}{0,3}$ 0,15 |
| $U_2$. | $\frac{0,8}{1,0}$ 1,0 | 1,1 | 0,3. |

### e. Lehm mit Buntsandstein.

Die auf den Buntsandstein-Hochflächen lagernden Lehme sind vielfach durch Trümmer des in der Umgebung anstehenden Gesteins verunreinigt und dadurch von den unter $c_2$ und $c_3$ aufgeführten Lehmen verschieden. Infolge der Durchlässigkeit ihres Untergrundes sind sie besonders stark ausgelaugt, enthalten aber doch noch etwas mehr Kalk als viele Böden des Buntsandsteins.

## XVI. Böden des Alluvium.

Da die im Einzugsgebiete der Odenwaldbäche vorherrschenden Böden kalkarm sind, so ist selbstverständlich auch das Schwemmland der Bäche kalkarm.

Es enthalten die Ackerböden:

$$\frac{0,5}{2,7}\,1,4\text{‰ } CaO,\quad \frac{0,1}{0,9}\,0,5\text{‰ } MgO,\quad \frac{0,1}{1,0}\,0,7\text{‰ } CO_2.$$

Nur ein Boden aus der Nähe von Michelstadt, an dessen Bildung sich der dort vorhandene Wellenkalk beteiligt hat, ist etwas besser mit Kalk ausgestattet und enthält 2,7‰ $CaO$.

Die Schuttkegel, welche Modau, Weschnitz und andere Bäche oft weit in die Rheinebene hinausgeschoben haben, sind meist kalkreicher, da an ihrer Zusammensetzung Löß und das kalkreiche Diluvium der Bergstraße erheblich beteiligt sind. Prof. Klemm giebt an als in konzentrierter kochender Salzsäure löslich für den Modauschuttkegel 18,2‰ $CaO$ und für den der Weschnitz 11,8‰ $CaO$.

In der Rheinebene bedeckt der fruchtbare Schlick des Neckar weite Flächen des Flugsandes in dünner Schicht und erlangt dadurch eine große Bedeutung; drei im Bereich der Blätter Zwingenberg und Bensheim von Dr. Klemm aufgenommene Proben ergaben in konzentrierter kochender Salzsäure löslichen Kalk 2,1 bis 7,3 ‰, bei nur geringem Kohlensäuregehalt. Diese mit Neckarschlick bedeckte Zone zieht sich an dem alten Bett des Neckar entlang bis etwa zur Mainmündung und es enthält auf dem Gute Weilerhof bei Großgerau [1]

der echte Schlick 10—55 ‰ CaO,
der mit Sand gemischte 11—15 ‰ CaO bei 4—5 $CO_2$.

Im rheinhessischen Gebiet ist das Alluvium des Rheins stets reich an Kalk und Kohlensäure; es enthält im Mittel

92 ‰ CaO, 6 MgO, 75 $CO_2$,

während der Untergrund zum Teil noch reicher ist. Das zur Provinz Starkenburg gehörige Rheinalluvium wird ähnlich hohen Kalkgehalt besitzen. Nach Neßler enthält Rheinschlick von Säckingen und Waldshut

156—190 ‰ CaO.

Wiesenböden.

Die Wiesenböden im Odenwaldgebiete sind alle kalkarm; am tiefsten sinkt der Gehalt an Kalk bei denen des Buntsandsteingebietes (1,4 ‰), woran sich die des Pliocän anschließen (1,5 ‰). Nur wenig mehr enthalten die des Alluvium der Odenwaldbäche und am meisten die des Granit-, Lehm- und Lößgebietes (3,4 ‰). Kohlensäure ist in den bei weitem meisten Fällen nur in Spuren vorhanden.

Die Wiesenböden der Rheinebene bestehen meist aus Schlick; die alten Neckarbetten sind mit Torf erfüllt. Beide Bodenarten sind voraussichtlich reichlich mit Kalk versehen; dies zeigen die oben citierten Analysen des Schlickbodens von Weilerhof, sowie einige von Blatt Darmstadt von Chelius (25—51 ‰ $CO_2$). Im rheinhessischen Gebiet enthalten Rheinschlick und Sand 92 ‰ CaO bei 75 $CO_2$ im Mittel.

Mischböden.

In den Originaltabellen sind noch eine große Anzahl von Mischböden enthalten, welche als Schwemmböden je nach Lage des Terrains durch Vermischung des Abhangschuttes verschiedener Formationen oder in den Zonen, in denen sich verschiedene Gesteine durchdringen, als Stammböden entstehen.

---

[1] Klemm: Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof. Abhandlungen der Großh. Hess. geolog. Landesanstalt, Bd. III, Heft 1.

Für den Betrieb der Landwirtschaft kommt vor allem die Beimischung von kalkreichem Löß und Flugsand zu den kalkarmen Böden, wie solche in der Nähe des Nordrandes des Granitgebietes und der Bergstraße vorkommt, und die Vermischung der Buntsandsteinböden mit Lehm und Löß, wodurch diese in chemischer und physikalischer Beziehung wesentlich verbessert werden, in Betracht. Durch den Augenschein ist die Beimischung von wenig Löß in vielen Fällen nicht festzustellen, erst die chemische Untersuchung zeigt den höheren Kalk- und Kohlensäuregehalt.

Der im Boden vorhandene Kalk wirkt bei der Erzeugung organischer Substanz zunächst als Pflanzennährstoff; hierfür wäre wohl ein Gehalt von 1—2 ‰, sofern derselbe in aufnehmbaren Verbindungen als Nitrat, Sulfat, Carbonat, Humat und Phosphat vorhanden ist, ausreichend. Für die Entsäuerung des Bodens ist aber wesentlich mehr Kalk erforderlich, und es ist nur der Teil desselben wirksam, der an Kohlensäure gebunden ist. Die Böden der verschiedenen Formationen unterscheiden sich in dieser Beziehung sehr wesentlich. Während in den kalkreichsten Abteilungen die gefundene Kohlensäure zur Sättigung von über 90 % vom vorhandenen Calcium und Magnesium ausreicht, ist in den kalkarmen Abteilungen meist nur ein ganz geringer Prozentsatz der alkalischen Erden an Kohlensäure gebunden. Aus den vollständigen Einzelanalysen sind folgende Mittelwerte berechnet und nach dem Gehalt an CaO und MgO geordnet.

| Boden von: | Gefunden | | Gefundene $CO_2$ in % der erforderlichen. | Auf je 1 ‰ fehlende $CO_2$ ist vorhanden Humus. | Auf 1 ‰ durch $CO_2$ nicht gebundenen CaO MgO ist vorhanden Humus. |
|---|---|---|---|---|---|
| | CaO ‰ | MgO ‰ | | | |
| Muschelkalk | 75,8 | 2,7 | 94 | 2,7 | 2,1 |
| Löß-Lehm-Laimen | 34,1 | 4,6 | 94 | 2,4 | 1,9 |
| Diluvialsand | 17,9 | 2,2 | 37 | 0,5 | 0,4 |
| Diorit | 2,8 | 2,8 | 3 | 1,5 | 1,4 |
| Hornblendegranit | 3,2 | 2,2 | 4 | 1,9 | 1,5 |
| Schiefer | 3,2 | 2,1 | 5 | 1,7 | 1,5 |
| Böllsteiner älterer Granit | 2,8 | 1,9 | 8 | 2,2 | 1,8 |
| Bergsträßer Granit | 2,6 | 1,6 | 5 | 2,0 | 1,5 |
| Wiesen | 2,3 | 1,1 | 9 | 7,8 | 6,3 |
| Lehm aus Lößmaterial | 1,7 | 0,9 | 11 | 3,7 | 3,0 |
| Böllsteiner jüngerer Granit | 1,5 | 0,7 | 4 | 4,5 | 3,6 |
| Pliocän | 0,9 | 0,6 | 15 | 7,1 | 5,5 |
| Alluvium | 1,4 | 0,5 | 39 | 9,1 | 7,1 |
| Buntsandstein | 1,6 | 0,4 | 15 | 9,1 | 7,1 |

Die Spalte 4 zeigt, daß im Minimum im Dioritboden nur 4 % des in verdünnter HCl gelösten Calcium und Magnesium an $CO_2$ gebunden waren, der bei weitem größte Teil ist hier, sowie auch in vielen anderen Proben als Sulfat, Nitrat, Humat und zum Teil auch als Silikat im Boden vorhanden. Die letzte Spalte zeigt auch, wie bei abnehmendem Kalkgehalt die Humussäure die Oberhand gewinnt. Die Untersuchungen der rheinhessischen Böden hat dieses noch deutlicher gezeigt als die hier vorliegenden.

Im Untergrund und tieferen Untergrund (Gesteinsgrus) liegen die Verhältnisse ganz ähnlich; Kohlensäure ist oft äußerst wenig vorhanden; und die Humussäure fehlt im Gesteinsgrus fast vollständig. Die folgende Tabelle ist aus den wenigen Proben des tieferen Untergrundes zusammengestellt, für welche die Bestimmung von Kohlen- und Humussäure ausgeführt war.

| Boden von: | Gefunden | | Gefundene $CO_2$ in % der erforderlichen. | Auf je 1 ‰ fehlende $CO_2$ ist vorhanden Humus. | Auf 1 ‰ durch $CO_2$ nicht gebundenen CaO MgO ist vorhanden Humus. |
|---|---|---|---|---|---|
| | CaO ‰ | MgO ‰ | | | |
| Löß | 88,7 | 10,9 | 94 | — | 0,9 |
| Diorit mit Löß | 6,6 | 7,6 | 93 | 0,1 | 1,0 |
| Bergsträßer Schiefer | 7,9 | 2,1 | 17 | 5,0 | 0,1 |
| Laimen | 6,3 | 1,2 | 35 | 0,1 | 0,8 |
| Böllsteiner Schiefer | 3,9 | 0,35 | 13 | 1,3 | — |
| Hornblendegranit | 2,1 | 1,5 | 3 | — | 0,8 |
| Lehm | 1,9 | 1,1 | 4 | 0,7 | 0,8 |
| Böllsteiner jüngerer Granit | 1,5 | 0,7 | 7 | 1,3 | 1,0 |
| Diabas | 0,9 | 2,0 | 3 | 1,0 | 0,1 |

Während das Calciumkarbonat in Wasser leicht löslich ist, löst sich das Humat sehr schwer. Die durch Anwesenheit der Pflanzen bedingte Bildung des letzteren verhindert also die vollständige Entkalkung der durchlassenden Böden.

Ob der Teil des im salzsauren Auszuge gefundenen Calcium, welches an Kieselsäure gebunden ist, für die Pflanzen aufnehmbar ist, darüber fehlen noch Versuche. Auf der Ausstellung der Landwirtschafts-Gesellschaft in Frankfurt im Jahre 1899 hatte Prof. Dieterich von der Versuchsstation Marburg Vegetationsversuche von Leguminosen in gemahlenem Gestein von Buntsandstein, Muschelkalk und Grauwacke ausgestellt, welche zeigten,

daß die Leguminosen ohne jede Düngung in diesem Material und Nichtleguminosen bei entsprechender Stickstoffdüngung ganz erhebliche Erträge zu bringen vermögen. Es zeigt dies, daß die in diesen unverwitterten Gesteinen enthaltenen Nährstoffe von den Pflanzenwurzeln zum Teil aufgenommen werden können. Als diese Abhandlung bereits geschlossen war, erschien in den landwirtschaftlichen Jahrbüchern im 29. Bd. 1900 S. 913 eine sehr wichtige Arbeit aus dem agrikulturchemischen Laboratorium zu Halle a. S. von Dr. Dietrich Meyer über «Die Kalkverbindungen der Ackererde und die Bestimmung des assimilierbaren Kalkes im Boden». Wir wollen daraus nur mitteilen, daß der Verfasser durch einjährige Vegetationsversuche mit Kleegras in Töpfen die Verwertung der verschiedenen Kalkverbindungen feststellte. Es brachten bei sehr kalkarmem Boden nicht nur Düngungen mit kohlensaurem Kalk, Ätzkalk und Dolomit hohe Mehrerträge, sondern auch solche mit feingepulvertem Flußspat, Apatit, Apophyllit, Skolezit, Anorthit, Diabas, Basalt und Nephelinit. Einige Düngemittel scheinen allerdings schon beträchtlich verwittert gewesen zu sein: denn es enthielt Diabas 2,4 % $CO_2$, Basalt 3,8 %, Anorthit 6,4 % $CO_2$. Wir können wohl annehmen, daß in dem Gesteinsgrus die Mineralien in mehr aufgeschlossenem Zustande vorhanden sind als in diesen Gesteinspulvern, und es wäre damit auch die bereits oben erwähnte Verwendung von Dioritgrus etc. als Mergel wissenschaftlich begründet.

Setzt man die durch das Kleegras aus reinem kohlensaurem Kalk aufgenommene Kalkmenge gleich 100, so ergeben sich folgende Wirkungswerte:

90—100 kohlensaurer Kalk, Ätzkalk, Dolomit, Basalt, Thomasmehl.
80—90 Skolezit, Anorthit, Diabas, Nephelinit.
70—80 Apophyllit.
60—70 Phosphorit.
50—60 Dicalciumphosphat, Apatit.
40—50 Flußspat.
30—40 Monocalciumphosphat.
Gips setzte merkwürdigerweise den Ertrag herunter.

Die verschiedenen Pflanzenarten stellen in Bezug auf ihre Ernährung mit Kalk an den Boden recht verschiedene Ansprüche. Heinrich giebt an, daß mit dem geringsten Kalkvorrat gedeihen Lupinen (höherer Kalkgehalt ist diesen sogar schädlich), Roggen, Buchweizen und Kartoffeln; etwas höhere Ansprüche machen Futtergräser, Hafer und Gerste, noch höhere die

Leguminosen: Erbsen, Wicken und Rotklee und die höchsten Luzerne und Esparsette. Auf den kalküberreichen Böden Rheinhessens wächst überall Luzerne und Esparsette vorzüglich; in unserem Gebiet wird Luzerne vornehmlich auf den Flugsand-, Löß-, Laimen-, tiefgründigen Lehmböden und den daraus entstandenen alluvialen Böden gebaut; auf den anderen Böden findet sie sich nur ausnahmsweise. Am besten gedeiht sie auf dem kalkreichen tiefgründigen Löß, doch erreicht sie auch hier durchschnittlich wohl kaum die Üppigkeit, welche sie auf den Cyrenenmergeln in Rheinhessen und dem gleichfalls kalkreichen Rhein- und Neckarschlick im Rheinthale entfaltet. Auf den übrigen Böden des Odenwaldes wird fast ausschließlich Rotklee (Trifolium pratense) als Futterpflanze gebaut.

Eine große Anzahl von Bodenproben ist von Kleeäckern entnommen, und es wurde dabei, wenn möglich, der Stand des Klees notiert. Die Zusammenstellung ergiebt folgende Tabelle, die bereits in der Beschreibung der rheinhessischen Böden veröffentlicht wurde.

| | Im Odenwald. | | Im Taunus u. Rheingau. | |
|---|---|---|---|---|
| | mal notiert | Der Boden enthält im Mittel CaO $^0/_{00}$ | Der Boden enthält im Mittel CaO $^0/_{00}$ | mal notiert |
| Luzerne . . . . . . . . | 45 | 39,0 | 31,0 | 12 |
| Rotklee, sehr gut . . . . | 4 | 15,0 | 16,0 | 28 |
| » gut . . . . . . | 9 | 3,4 | 2,7 | 28 |
| » mittel . . . . . | 11 | 2,0 | 1,6 | 12 |
| » gering . . . . . | 5 | 1,3 | 1,4 | 16 |
| » sehr gering . . . | 2 | 0,9 | 0,7 | 5 |

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, daß die Luzerne die kalkreichen Böden entschieden bevorzugt, und daß das Vorhandensein reichlicher Mengen von Kalk das Gedeihen des Rotklees wesentlich befördert. Selbstverständlich hängt das gute Gedeihen dieser Futterpflanzen nicht bloß von der vorhandenen Kalkmenge ab, was auch durch die Einzelanalysen bestätigt wird. So wird z. B. Luzerne auch mitunter auf den Böden des mittleren Buntsandsteins mit etwas Lößbeimengung bei 1,2 $^0/_{00}$ CaO angebaut; der Ertrag ist hier aber ein recht mäßiger, und es dürfte wohl die Kalkarmut des Untergrundes die Hauptschuld an dem schlechten Gedeihen derselben haben. Auf einem diluvialen Lehm der Buntsandsteinformation Thüringens bei Vacha mit 1 $^0/_{00}$ CaO in der Ackerkrume und 1,8 im Untergrunde

wuchs ebenfalls noch eine ziemlich gute Luzerne. Auch fand sich recht guter Rotklee ausnahmsweise noch auf tiefgründigem milden Lehmboden, welche 1,6 °/₀₀ CaO und 0,8 MgO enthielten; hier dürfte die sehr günstige physikalische Beschaffenheit von ausschlaggebendem Einfluß sein. Im großen und ganzen scheint aber unter den vorliegenden Verhältnissen für das gute Gedeihen des Rotklees ein Gehalt von 2 bis 3 °/₀₀ CaO erforderlich zu sein, und bei geringerem Gehalt ist eine Ergänzung des natürlichen Kalkvorrates durch Düngung mit Kalk und Mergel dringend geboten. Die Beobachtungen in Rheinhessen und im Rheingau bestätigen dies. Wenn man ferner bedenkt, daß jedenfalls ein Teil des im Salzsäureauszuge gefundenen Kalkes für die Pflanzenernährung etc. unwirksam ist, so ist es leicht möglich, daß sich auch Böden mit höherem Kalkgehalt für Kalkdüngung noch dankbar erweisen können. Es ist hier vor allem an die des Granitgebietes zu denken.

Um noch festzustellen, in welchem Umfange auf den Böden der einzelnen Formationen Kalkdüngung erforderlich sein dürfte, haben wir festgestellt, welcher Prozentsatz der Einzelproben weniger als 2,5 °/₀₀ CaO enthält.

| | Von den Bodenproben (einschl. der der Mischböden) | enthalten 2,5 °/₀₀ CaO u. weniger |
|---|---|---|
| Äcker: | Schiefer | 61 °/₀₀ |
| | Diabas, Diorit, Gabbro | 36 » |
| | Granit | 75 » |
| | Hornblendegranit | 45 » |
| | Rotliegendes | 75 » |
| | Zechstein | 0 » |
| | Buntsandstein | 88 » |
| | Muschelkalk | 0 » |
| | Pliocän | 100 » |
| | Diluvialsand | 0 » |
| | Moräne | 66 » |
| | Löß und Laimen | 4 » |
| | Lehm | 82 » |
| | Alluvium | 86 » |
| Wiesen: | im Granit | 36 » |
| | » Buntsandstein | 89 » |
| | » Lehm und Löß | 33 » |
| | » Alluvium | 63 ». |

Danach wäre eine Kalkdüngung überhaupt unnötig auf den Böden des Zechsteins, Muschelkalkes, Diluvialsandes und des Löß in unserem Gebiete, während der Laimen an einzelnen Stellen soweit entkalkt ist, daß Kalkdüngung lohnend sein könnte. Unbedingt nötig ist dagegen die ausgedehnteste Kalkdüngung im Gebiete des Pliocän (hier auch schon wegen der physikalisch verbessernden Wirkung des Ätzkalkes auf dem schweren Boden) und dem großen Gebiete des Buntsandsteins. Hieran schließen sich unmittelbar die Böden des Alluvium im Odenwalde (das der Rheinebene ist kalkreich), des Lehms, Rotliegenden und Granites. Etwas weniger kalkbedürftig sind im allgemeinen die Böden der Schiefer, des Hornblendegranits und die von Diabas, Diorit und Gabbro; jedoch wären auch in diesem Gebiete Versuche mit Kalkdüngungen angebracht, und dies um so mehr, als viele dieser Böden sehr große Mengen von leicht abscheidbarem Kali enthalten, welche durch Düngung mit Kalk zum Teil in direkt aufnehmbarer Form aus dem Boden frei gemacht werden. Es zeigt diese Zusammenstellung, daß es sehr wünschenswert ist, die Wirkung der Kalkdüngung auf allen Böden des Odenwaldes mit Ausnahme vielleicht derer des Muschelkalkes, Zechsteins, Diluvialsandes und des Löß, sowie derer mit erheblicher Lößbeimischung durch entsprechende Düngungsversuche auf sorgfältig ausgewählten typischen Musterstücken zu prüfen; ferner ist es von der größten Wichtigkeit, daß die Kalkdüngung auf den genannten kalkärmsten Bodenarten überall, wo sie noch nicht eingeführt ist, im ausgedehntesten Maße in Anwendung gebracht wird, denn ohne dieselbe ist ein rationeller Ackerbau auf weiten Flächen nicht möglich.

Die Erfahrung hat auch bereits vielfach die günstige Wirkung der Kalkdüngung auf verschiedenen Böden bestätigt. In der Gemarkung Neutsch wird auf Granitboden, glacialem Lehm und Lehm aus Lößmaterial mit 1—2 ‰ CaO schon lange mit gebranntem Kalk in einer Stärke von 400 bis 600 kg per ha regelmäßig zu Klee gedüngt. Ohne Kalk erzielt man hier nur sehr geringen Klee, aber sehr viel Sauerampfer (Rumex acetosella); jede Stelle, welche bei der Kalkdüngung verfehlt ist, hat viel von letzterem.

Auch im Buntsandsteingebiete ist an einzelnen Orten die Kalkdüngung schon seit lange üblich, und es wurde mir mitgeteilt, daß sich durch diese der Ertrag des Klees an manchen Stellen verdoppelt, und der Ertrag aller übrigen Früchte sehr gehoben hätte.

Die Kalkdüngemittel, welche als wirksamen Stoff Calciumkarbonat enthalten, sind für leichte und thätige Böden, wie solche in unserem Bezirk meist vorkommen, besonders geeignet. Es kämen hier in Betracht als echte Mergel der Löß und Flugsand, sowie Rhein- und Neckarschlick und Sand. Nach Neßler sind in der badischen Rheinebene die Gemeinden die wohlhabenden, deren Gemarkung sich über kalkreiche Böden des Rheinschwemmlandes ausdehnt, welche mehr und besseres Futter und deshalb auch besseren Dünger erzeugen als die auf den kalkarmen Schuttkegeln der Schwarzwaldflüsse wirtschaftenden Gemeinden. Der Rheinschlick und Sand wurde früher viele Kilometer weit in den Schwarzwald zur Düngung der kalkarmen Granitböden verfahren. Der Rheinschlick von Säckingen und Waldshut enthält 166—190 ‰ CaO. Da aber bei allen diesen verhältnismäßig kalkarmen Düngemitteln die Transportkosten sehr hoch sind, so können sie nur in nächster Nähe der Fundorte mit Nutzen verwendet werden. Die wenigsten Transportkosten werden bei Verwenduug von gebranntem Kalk verursacht. Im vorderen Odenwald liefert das Kalkwerk Auerbach gebrannten Marmor, welcher beim und nach dem Brennen sehr leicht in ein äußerst feines, auch mit der Maschine streubares Pulver zerfällt, sogen. Bröckelkalk, welcher enthält:

| | $F_2O_3$, $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $CO_2$ | Unlösl. | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8% | 69% | ? | 6% | 7% | 9%. |
| Der Marmor in seiner reinsten Varietät enthält: | 0,05 | 55,04 | 0,5 | 42,9 | 1,11; | |
| kalkärmere Varietäten dagegen: | | 32—47 | | | 2—14. | |

Es kommen auch hin und wieder in den Schiefern kleine Marmorlinsen vor, wie z. B. der in Tab. 3 aufgeführte Marmor von Höllerbach; dieselben sind wegen ihrer Kleinheit praktisch bedeutungslos.

Der Stückkalk aus dem Werke von Auerbach ist natürlich ebenfalls sehr gut zu verwenden.

Im östlichen Odenwald wird bei Erbach und Michelstadt aus den festen Bänken des Wellenkalkes ein guter Weißkalk gebrannt; die Zusammensetzung desselben schwankt in natürlichem Zustande nach Dr. Klemm, Erläuterungen zu Blatt Erbach:

| | Hundertstel: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $Fe_2O_3$, $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $CO_2$ | Unlösl. |
| Eigentlicher Wellenkalk | 0,65 | 46,44 | 0,30 | 38,42 | 3,98 |
| Anal. I III VI VII VIII X | 1,86 | 52,87 | 2,15 | 42,06 | 12,54 |
| Muschelbänke | 1,05 | 50,13 | 2,07 | 48,85 | 2,25 |
| IV V | 1,07 | 51,81 | | 43,05 | 5,03 |
| Schaumkalk | 0,55 | 54,14 | 0,55 | 43,31 | 1,71. |

(Analysen von der Großh. Prüfungsstation für die Gewerbe.)

Diese Werte entsprechen den von uns für den Göttinger Wellenkalk gefundenen vollständig.

Sehr große Dolomitlager befinden sich in der Zechsteinformation, welche sich zwischen Granit und Buntsandstein als ein schmales, vielfach von Lehm und Sandsteinschutt überdecktes Band von Hummetroth bis nach Weschnitz mit Unterbrechungen hinzieht. Eine Probe von Forstel enthielt:

$^1/_2$ % Unlösliches, 30 % $CaO$, 18 % $MgO$,

zwei andere von Erzbach durch Prof. Klemm mitgeteilte Analysen weisen nach:

| Unlösl. | $MnO$ | $F_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | $SO_3$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,9 % | 1,2 | 0,6 | 0,02 | 29,6 | 19,5 | 0,14 | 0,32 | 0,01 | 0,03 | 45,2 | 0,1 |
| 6,0 » | 0,5 | 0,5 | 0,06 | 28,8 | 19,1 | 0,11 | 1,24 | 0,01 | 0,03 | 44,1 | 0,2. |

(Analysen von der Großh. Prüfungsstation für die Gewerbe.)

Der leicht zerreibliche Abraum über den festen Dolomiten des Zechsteins von Mittel-Kinzig und den Bergwerken von Bockenrod und Rohrbach, deren gewaltige Halden nach Klemm zum größten Teil aus dieser «Dolomitasche» bestehen, käme als bis jetzt noch gar nicht benutztes Meliorationsmittel in Betracht. Dieser zersetzte Dolomit enthält 30 % $CaO$ und 17 % $MgO$, in Form von Karbonat, wäre also ein wertvolles Düngemittel.

Der Tuffkalk, welcher in vielen Gegenden Mitteldeutschlands in der Nähe der Muschelkalkformation vorkommt und zur Düngung des Buntsandsteins mit großem Vorteil verwendet wird, kommt im eigentlichen Odenwald nicht vor, und die bei Mönchbruch, Roßdorf und Schafheim vorhandenen Lager sind so entfernt und nicht aufgeschlossen, daß sie nicht in Betracht kommen. Dagegen liefert die Zuckerfabrik Groß-Umstadt große Mengen Scheideschlamm, welcher wohl in der Nähe der Odenwaldbahn mit Erfolg verwendet werden könnte. In der Zeitschrift «Deutsche Zuckerindustrie», 1897 Nr. 20, sind 19 Analysen von Scheidekalk verschiedener Herkunft abgedruckt; danach enthält derselbe:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kalk | 19,3 —34,0 % | Stickstoff | 0,11— 0,24 % |
| Phosphor | 0,2 — 1,3 » | Wasser | 30,3 —58,1 ». |
| Kali | 0,03— 0,3 » | | |

Der hohe Wassergehalt des frischen Materials erschwert Verarbeitung und Transport wesentlich, so daß dasselbe erst im abgelagerten Zustande, oder vielleicht mit Rübenerde vermischt, verwendet werden kann.

Auf alle Fälle ist es sehr erfreulich, daß in dem kalkarmen Gebiet selbst und in nächster Nähe desselben ergiebige Fundorte des für den rationellen Betrieb der Landwirtschaft so wichtigen Kalkdüngers vorhanden sind, so daß derselbe nicht erst durch weiten Transport verteuert wird, wie dies in anderen kalkarmen Gegenden der Fall ist.

Der Kalk ist nur ein einseitiger Dünger, der allerdings in hervorragendem Maße das Gedeihen des Klees befördert und auch das aller andren Früchte begünstigt; er macht aus den vielfach in unerschöpflicher Menge vorhandenen leicht zersetzlichen Silikaten des Granitbodens wesentliche Mengen von Kali frei, führt diese in den Kreislauf der Wirtschaft ein, zehrt aber auch die im Boden in früheren Jahren angesammelten organischen Stoffe und den Dünger auf. Deshalb wird nur der Besitzer dauernd Vorteil von seiner Anwendung haben, welcher mit gut bereitetem Stallmist und geeigneten Hilfsdüngern dem Boden das reichlich zurückgiebt, was demselben entzogen wird und was er nicht aus seinem natürlichen Bestande auf die Dauer zu liefern vermag. Unter dieser Voraussetzung kann aber die allgemeine Verwendung des Kalkes in dem Gebiete der kalkarmen Bodens einen kräftigen Aufschwung der landwirtschaftlichen Produktion begründen und auch dauernd die Lage des landwirtschaftlichen Gewerbes verbessern.

**2. Bestimmung der in Salzsäure löslichen Stoffe. (Sog. Nährstoffbestimmung.)**
(Tabelle IIIa und IIIb.)

Es wurde hierbei stets von dem bei 110° getrockneten Feinboden ausgegangen; 25 oder 50 gr. desselben wurden mit dem doppelten Gewicht zehnprozentiger Salzsäure in einem Erlenmeyerkolben auf dem Wasserbade drei Stunden lang auf 70—80° unter öfterem Umschütteln erwärmt. Bei den karbonatreichen Böden wurde noch eine der vorher bestimmten Kohlensäure entsprechende Menge Salzsäure extra zugesetzt. Die Lösung wurde mittelst eines Büchnerschen Trichters vollständig abfiltriert, mit etwas Salpetersäure zur Trockne eingedampft und mit Salzsäure wieder gelöst. In bestimmten Teilen dieser Lösung wurden dann die am Kopfe der Tabelle III bezeichneten Stoffe bestimmt, wobei meist die Methoden angewendet wurden, welche Bieler und Schneidewind als bei der Versuchsstation Halle in Gebrauch befindlich beschrieben haben. Ein Teil des ungelösten Rückstandes

wurde zur Zerstörung der organischen Substanz geglüht, wiederholt mit konzentrierter Lösung von Natriumkarbonat gekocht und die hierbei in Lösung gegangene Kieselsäure aus dem Gewichtsverluste bestimmt. Über die Bestimmung von Humus- und Glühverlust sind schon oben die nötigen Erläuterungen gegeben.

Je nachdem der Boden mit stärkerer oder schwächerer Säure, bei Zimmertemperatur, erwärmt oder kochend mehr oder weniger lange behandelt wird, gehen verschiedene Mengen der einzelnen Stoffe in Lösung. Mit Bezug hierauf wurde folgender Versuch angestellt. Sechs Proben des Bodens Nr. 40 «Böllsteiner älterer Granit» und No. 34 wurden mit verschiedener Menge Säure in der angegebenen Weise behandelt und in den Lösungen folgende Mengen gelöster Stoffe festgestellt:

| | Gelöst Hundertstel | | | | | | | | In $Na\,CO_3$ $Si\,O_2$ | Zusammen $Si\,O_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Fe_2\,O_3$ | $Al_2\,O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2\,O_5$ | $SiO_2$ | | |
| Boden HCl 20 gr + 40 gr (10 %) kalt 2 Tage . . | 2,2 | | 0,26 | 0,07 | 0,34 | 0,05 | — | — | — | — |
| desgl. erwärmt auf 75° 1 Std. . . . | — | — | 0,23 | — | 0,54 | 0,05 | 0,10 | — | — | — |
| desgl. erwärmt auf 75° 2 Std. . . . | — | — | 0,24 | — | 0,65 | 0,06 | 0,15 | — | — | — |
| desgl. erwärmt auf 75° 3 Std. . . . | 3,82 | 4,56 | 0,33 | 0,16 | 0,85 | 0,06 | 0,19 | 0,26 | 5,66 | 5,92 |
| desgl. (25 %) kalt 2 Tage . . . . | 4,70 | 1,16 | 0,34 | 0,14 | 0,81 | 0,05 | 0,14 | — | — | — |
| 20 gr + 100 gr (22,9 %) im Wasserbad 5 Tage nach Hilgard | 6,73 | 9,50 | 0,46 | 0,64 | 1,07 | 0,18 | 0,31 | 0,37 | 13,80 | 14,17 |
| Schiefer von Kolmbach. No. 34 | | | | | | | | | | |
| A. 50 gr + 100 HCl (10 %) kalt 2 Tage | 1,18 | 1,50 | 0,31 | 0,23 | 0,21 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | — | — |
| B. Rückstand von A + 60 HCl 25 % 2 Tage kalt . . | 3,34 | 3,80 | 0,02 | 0,30 | 0,75 | 0,05 | 0,003 | 0,16 | — | — |
| C. Rückstand von B + 50 HCl 10 % erwärmt 3 Std. . | 1,88 | 2,65 | 0,01 | 0,35 | 0,46 | 0,02 | ? | 0,08 | 9,00 | 9,35 |
| D. Rückstand von C + 100 HCl (22,9 %) 5 Tage 100° . . | 1,09 | 6,46 | 0,08 | 0,13 | 1,03 | 0,11 | 0,009 | 0,19 | 11,76 | 11,95 |
| Zusammen: | 7,49 | 14,41 | 0,42 | 1,01 | 2,45 | 0,24 | 0,09 | 0,54 | 20,76 | 21,30 |

In der letzten Reihe sind die Resultate bei der von Hilgard angegebenen Art der Aufschließung angegeben, bei welcher der Boden mit dem fünffachen Gewicht Salzsäure von 1,115 spec. Gew. = 22,9 % fünf Tage lang auf 100° erwärmt wird; es soll hierdurch das Maximum der Wirkung der Salzsäure erreicht werden.

Wie ersichtlich werden durch die verschiedenen Verfahren die einzelnen Stoffe in sehr verschiedener Weise in Lösung gebracht. Wenn vom Kalk schon in den schwächsten Lösungsmitteln ein beträchtlicher Teil des durch Salzsäure überhaupt lösbaren Anteiles ausgezogen wird (50 % und 74 %), wird von der Magnesia nur 1 und 23 % und vom Kali nur 9 und 31 % durch das schwächste Lösungsmittel frei gemacht und ähnlich bei den übrigen Basen. Dieses verschiedene Verhalten hängt natürlich von der Art der Verbindungen ab, in denen die einzelnen Stoffe im Boden vorhanden sind, und von der Widerstandsfähigkeit derselben gegen Einwirkung der Säure. Wir kommen auf diesen Punkt noch einmal bei Besprechung der nach Hilgards Verfahren ausgeführten Untersuchungen des Gesteinsgruses zurück.

Der geglühte unlösliche Rückstand ist selbstverständlich am geringsten bei den in Tabelle IIIb aufgeführten Analysen der Kalksteine der Schieferformation, des Wellenkalkes und Zechsteins, und den bereits oben abgedruckten Analysen des Wellenkalkes von Michelstadt nach Klemm. Der unlösliche Rückstand ist am geringsten im Dolomitgrus, darauf folgt der Marmor von Auerbach und der Schaumkalk; hier wie in einer untersuchten Muschelbank besteht der Rückstand nach meinen schon früher veröffentlichten Feststellungen zum bei weitem größten Teil aus sehr schön beiderseits ausgebildeten Quarzkrystallen. (Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation bei Göttingen, S. 16, Zeitschr. für Naturw. 1892.) Der gewöhnliche Wellenkalk enthält bis zu 12 % unlöslichen Rückstand.

Von den eigentlichen Ackerböden haben zwischen 60 und 70 % unlöslichen Rückstand fast nur die kalkreichen Böden des Muschelkalkes und des Löß; nur ausnahmsweise findet sich hier ein besonders humus- oder an löslicher Kieselsäure reicher Gesteinsgrus. Zwischen 70 und 80 % besitzen auch noch verhältnismäßig wenige Böden wie die Schiefer, Diorit, Böllsteiner älterer und Hornblendegranit, Glaciallehm und Wiesenböden, die reich sind an organischer Substanz und löslicher Kieselsäure. Aber auch humusfreier, durch hohen Gehalt an löslicher Kieselsäure ausgezeichneter Gesteinsgrus findet sich in dieser Gruppe.

Die meisten Böden haben zwischen 80 und 90 % unlöslichen Rückstand

und nur die schlechtesten Böden des Buntsandsteins und Diluvialkieses gehen darüber noch hinaus.

Eisenoxyd und Thonerde: Der geringste Gehalt an Eisenoxyd wurde festgestellt im Boden des Böllsteiner jüngeren Granit (0,48%), darauf folgt Löß mit 0,74%, der des Granophyrlehmes (1,0) des Buntsandsteins $sm_3$ (1,05%) und des Sandes der Hochterrasse mit 1,28%. Die meisten Proben von Krume und Untergrund haben zwischen 2 und 3%, weniger schon 3—4%, über 4% erreicht der Durchschnitt der Diorit-Böden, der des Böllsteiner ältern Granites, des Glaciallehms, und das Maximum mit 6,7% findet sich bei einem Wiesenboden des Glaciallehmes.

Überhaupt löst sich das Eisen aus den humusreichen Wiesenböden viel leichter und in größerer Menge als aus ähnlichen, aber humusarmen Böden, so daß man annehmen kann, daß dasselbe zum Teil an Humussäure gebunden ist.

Da der eigentliche Thon (Kaolin) sich in Salzsäure nicht löst, so kann die im Salzsäureauszug gefundene Thonerde nur aus Silikaten (Feldspäten, deren Umwandlungs- und Verwitterungsprodukten, Neubildungen etc.) entstammen. Nach Kasai sind Kieselsäure und Thonerde in kolloidalem Zustande im Wasser löslich und fällen einander im Verhältnis 3 $SiO_2 : Al_2O_3$ vollständig. Bei der in Wirklichkeit vorkommenden Verbindung schwankt aber das Verhältnis der Bestandteile erheblich.

Ferner hat Prof. Bauer in letzter Zeit nachgewiesen[1], daß der in den Tropen weit verbreitete Laterit aus Aluminium-(Eisen-)Hydroxyd besteht, und es ist anzunehmen, daß sich auch in unsren Böden geringere Mengen dieser in Salzsäure löslichen Verbindung bilden können. Die Art und Beschaffenheit der löslichen Silikate ist offenbar bei den verschiedenen Bodenarten eine ganz verschiedene, und da außerdem wechselnde Mengen von Aluminium-Hydroxyd vorhanden sein können, so erklärt es sich, daß das Verhältnis zwischen gelöster Kieselsäure und gelöster Thonerde sehr stark schwankt. Die bloße Bestimmung der in Salzsäure löslichen Kieselsäure ist übrigens ganz wertlos, da bei Behandlung von Silikaten mit Säure vielfach die Kieselsäure abgeschieden wird und erst durch $Na_2CO_3$ in Lösung gebracht werden kann. Unter «löslicher Kieselsäure» ist daher stets die Summe der in Säure und in $Na_2CO_3$ gelösten Mengen zu verstehen. Auf 1 Molekül gelöstes Aluminiumoxyd ($Al_2O_3$) entfällt 1,14 bis 14,6 Mol. $SiO_2$. Das Maximum 1 : 1,14 findet sich beim Granophyrlehm, ähnliche Werte bei

[1] Neues Jahrbuch f. Mineralogie, 1898, II.

Diorit 1 : 1,26 und Hornblendegranit 1 : 1,4; bei den Böden der krystallinen Gesteine sinkt das Verhältnis nur selten unter 1 : 3. Im Gebiet der Sedimentgesteine steigt es dagegen nur selten über 1 : 3, häufig beträgt es über 1 : 4 bei Böden des Buntsandsteins, Lehms und Sandes.

In den Böden der krystallinen Gesteine ist die Menge der gelösten Thonerde oft sehr hoch; das Maximum ist bei Nr. 62 Diorit und Löß zu 8,03 % festgestellt. Dieser Weinbergsboden ist aber mit dem andrer Ackerböden nicht gut zu vergleichen, da bei Anlage der Weinberge der Untergrund durch Rajolen nach oben gebracht wird, und dieser, wie mehrere Beispiele zeigen, oft sehr viel reicher an löslichen Silikaten ist als die Ackerkrume.

Beträchtlich geringere Mengen löslicher Thonerde zeigen die Böden des Buntsandsteins und viele Diluvialböden; die Böden des verlehmten Löß und Laimen sind reicher daran als die des eigentlichen Löß. Das Minimum von 0,4 % zeigt der Sand der Diluvialterrasse.

Der Untergrund unterscheidet sich meist wenig von der Ackerkrume; dagegen enthalten die untersuchten Proben des tieferen Untergrundes (Gesteinsgruses) oft beträchtlich mehr lösliche Thonerde als die der Ackerkrume. Vor allem ist hier der Grus der krystallinen Gesteine ausgezeichnet.

Kalk und Magnesia. Wir haben bereits oben an der Hand zahlreicher Kalk- etc. Bestimmungen die Verhältnisse erörtert und können uns begnügen, hier hinzuzufügen, daß bei den vollständigen Analysen infolge der länger dauernden Erwärmung in den meisten Fällen etwas mehr Kalk, vielfach aber sehr viel mehr Magnesia in Lösung gegangen ist, was dann auf vorhandene etwas schwerer lösliche Al-Mg-Silikate hindeutet.

Kali und Natron. Der geringste Vorrat an löslichem Kali findet sich bei den sandigen Böden des Buntsandsteins $sm_2$ mit 0,05 %, sm 5—0,06 %; der der Wiesen in dieser Formation ist gleichfalls sehr gering 0,06—0,01 %; hieran schließen sich mit 0,8 und 0,9 % die Ackerböden des oberen Buntsandsteins sowie einige Lehmböden an. Zwischen 0,1 und 0,15 % enthalten Böden des Pliocän, sandige Böden des Diluvium und der Moräne von Erbach, und der noch sehr wenig verwitterte Untergrund von Löß und Lehm; als Ausnahmen aus dem krystallinen Gebiete sind zu nennen Boden des jüngeren Böllsteiner-Granits, eine Probe des Bergsträßer Granites von Pfaffenbeerfurth, und des Hornblendegranites von der Kuppe des Felsberges. Reich, mitunter sogar außerordentlich reich an Kali sind die Böden der Schiefer (0,8 % im Mittel), des Diorites (0,68), des Böllsteiner älteren Granits

(0,8—1,4 %); auch der Gesteinsgrus enthält hier öfter über 1 % lösliches Kali. Diese Werte sind ganz außergewöhnlich hoch, da selbst die kalireichsten Böden Rheinhessens nur den Wert 0,57 % erreichen.

Von den übrigen Böden ist als kalireich (0,47) noch hervorzuheben der des Wellenkalkes in Übereinstimmung mit dem von Göttingen.

Der Natrongehalt ist dagegen meist sehr mäßig und erreicht nur einige Male im tieferen Untergrunde eine außergewöhnliche Höhe.

Im allgemeinen kann man den Kaligehalt der Böden des krystallinen Gebietes als hoch bis außerordentlich hoch, dagegen den des übrigen Gebietes als mäßig bis gering und mitunter sehr gering bezeichnen.

Die Schlickböden des Rheinthales enthalten nach Klemm zwischen 0,25 und 0,67 % in kochender konzentrierter Salzsäure lösliches Kali.

Die Phosphorsäure wurde in der salzsauren Bodenlösung bestimmt. Einen Gehalt von weniger als 0,1 % zeigen von 45 Proben 31; vor allem die Böden des Buntsandsteins, sowie des Pliocän und die sandigen Böden des Diluvium und der Glaciallehme sind hier zu nennen; von denen der krystallinen Gesteine sind die der Schiefer und der des Böllsteiner jüngern Granites durch geringsten Gehalt vor allen andern ausgezeichnet. Zwischen 0,1 und 0,2 % Phosphorsäuregehalt haben 10 Acker-Böden; es sind dies die der krystallinen Gesteine und die gut kultivierten Lehmböden aus Lößmaterial. Nur drei Böden enthalten über 0,2 % $P_2O_5$, von diesen ein Diorit-Weinbergboden von Unter-Hambach 0,9 %; der Grund hierfür ist jedenfalls ebenso wie für den hohen Kaligehalt in dem Heraufrajolen des Untergrundes zu suchen. Der Untergrund des Diabas enthält 0,39 % $P_2O_5$, eine Probe von Gabbrogrus von Niederbeerbach 0,79 % $P_2O_5$.

Im großen und ganzen ist wieder das Buntsandsteingebiet durch Armut an dem wichtigen Nährstoff ausgezeichnet, während das krystalline Gebiet und das des Lehms und Löß darin wesentlich besser gestellt ist.

Die Schlickböden des Rheinthales enthalten meist 0,1 % und darüber bis 0,29 % $P_2O_5$.

Schwefelsäure findet sich fast überall in nur äußerst geringen Mengen vorhanden, so daß Düngung mit Gips oder Kainit vielleicht schon durch die Zuführung von Schwefelsäure den Ertrag erhöhen kann.

Kieselsäure. Die Bestimmung der in $HCl$ gelösten Kieselsäure ist wertlos, es wurde deshalb stets noch die bei Zersetzung der Silikate durch Salzsäure abgeschiedene durch $Na_2CO_3$ bestimmt. Die Summe beider ist das Maß für die im Boden vorhandene leichtzersetzbaren Silikate.

Diese Menge ist am geringsten bei dem Sandboden des $sm_1$ von Heppenheim 1,5 % und der Diluvialterrasse (1,9 %); für den rheinhessischen Flugsand wurde 2,1 % festgestellt. Die meisten Böden des Buntsandsteins und des Diluviums enthalten 2—4 %, wesentlich darüber hinaus steigt nur der Gehalt in den Glaciallehmen, die aus Material der krystallinen Gesteine entstanden sind (bis 9 %), und den stark verlehmten Böden des Laimen und eingelagerten Löß (Max. 6,1). Sehr reichliche Mengen löslicher Kieselsäure sind meist in den Böden der krystallinen Gesteine vorhanden, das Maximum von 10 % liegt bei den kali- und magnesiareichen Schiefern von Winkel, während der stark abhängige und infolgedessen stark ausgeschlämmte Boden des Bergsträßer Granites vom Kirchberg bei Bensheim das Minimum von 3,6 % aufweist. Hieran schließt sich der schon mehrfach als minimal ausgestattet bemerkte Boden des jüngern Granites der Böllsteiner Formation mit 3,82 % an. Auffällig ist überall der höhere Gehalt des Untergrundes und Gesteinsgruses im Vergleich zur Ackerkrume.

Die Bestimmung des Stickstoffs ist nach der Methode von Kjeldal-Jodlbaur von der Großh. chemischen Untersuchungs-Station in Darmstadt ausgeführt; die erhaltenen Werte sind meist recht hoch. Ein Gehalt unter 0,1 % kommt nur zweimal vor (unter 39 Bestimmungen) beim Sand der Diluvialterrasse von Bensheim (0,08 %; Flugsand in Rheinhessen hatte nur 0,4 %) und beim Bergsträßer Granit von Allertshofen (0,09 %). Bei zweiundzwanzig Böden liegt der Stickstoffgehalt zwischen 0,1 und 0,2 %, ist also normal. Die leichten Böden des Buntsandsteins, Löß und des grobkörnigen Granites haben gewöhnlich etwas geringern Gehalt als die weniger durchlässigen der krystallinen Gesteine. Zwischen 0,2 und 0,3 % Stickstoff enthalten sieben Ackerböden der krystallinen Gesteine und zwei sandige Wiesenböden, während die übrigen Wiesen höheren Stickstoffgehalt zwischen 0,3 und 0,5 % aufweisen, und nur der Acker auf der Kuppe des Felsberges 0,26 % erreicht. Verschiedene Wiesenböden sind schon stark moorig, aber eigentliche Torfbildungen sind nicht untersucht.

Absorption für N. Es wurden für Bestimmung des Absorptionskoeffizienten 50 gr der durch das 0,5 mm Sieb gefallenen Feinerde und 100 cbcm Chlorammoniumlösung, welche im cbcm 1 cbcm Stickstoff enthielt, verwendet. Die Resultate wurden so berechnet, daß der Absorptionskoeffizient angiebt, wieviel cbcm N bei 760 mm Barometerstand und 0° Temperatur durch 100 gr Boden aus 200 cbcm Lösung absorbiert wären. Die Bestimmungen wurden mittelst des Azotometers ausgeführt.

Die gefundenen Absorptionskoeffizienten halten sich im großen und ganzen in mittlerer Höhe. Am geringsten sind dieselben (18 und 22) bei den Sandböden der Diluvialterrasse und der Moräne in Erbach; beim Flugsand in Rheinhessen wurde das Minimum mit 10 beobachtet. Nur wenig besser ist die Absorption bei den Sandböden des mittleren Buntsandsteins und dem jüngeren Böllsteiner Granit (24). Bei den übrigen Granitböden schwanken die Koeffizienten zwischen 60 und 80, während die des Hornblendegranites mit 30 und 33 auffallend niedrig sind. Bei den guten Lehm- und Lößböden wurden die Absorptionskoeffizienten zwischen 61 und 88 ermittelt; das Lößgestein hat schon 42, fast so viel wie der Boden des Sandlöß in Rheinhessen (46), während hier die Koeffizienten der Lößböden zwischen 65 und 107 schwanken.

Den höchsten Absorptionskoeffizienten hat der Diabasboden mit 97.

In Tab. III sind ferner noch eine Anzahl Analysen des *flacheren und tieferen Untergrundes* (Gesteinsgruses) enthalten.

Was zunächst den *flacheren Untergrund* in ca. 15—40 cm Tiefe betrifft, so ist der Unterschied gegen die Ackerkrume nicht erheblich. Die lösende Kraft des kohlensäure- und humushaltigen Wassers hat auch hier ähnlich wie in der Ackerkrume die Silikate sehr ausgelaugt und die löslichen Verwitterungsprodukte und ursprünglich vorhandenen Karbonate zum großen Teil weggeführt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem *tieferen Untergrund* (Gesteinsgrus der krystallinen Gesteine und unverändertes Gestein bei Löß und Lehm). Die Verwitterung und Auslaugung ist hier in den meisten Fällen wesentlich weniger weit fortgeschritten als in der Ackerkrume, ja es hat hier sogar wahrscheinlich eine *Anreicherung* durch die aus den oberen Bodenschichten ausgelaugten Stoffe stattgefunden. Vor allem enthält beim Diabas der Gesteinsgrus an löslichen Silikaten 3,5 mal, an Thonerde 5,5 mal, Kalk 7,7 mal und Kali 5,5 mal so viel als die Ackerkrume. Bei den übrigen krystallinen Gesteinen sind die Unterschiede weniger auffallend.

Bei dem Löß in wagrechter oder wenig geneigter Lage ruht die stark entkalkte Oberkrume in 0,5 m und mehr Stärke (Tab. IIIa : XV $c_2$ und $c_3$) auf dem kalkreichen Lößgestein (ebenda unten XV$c_2$). Die stärkere Verwitterung in der Ackerkrume macht hier aus den Feldspäten mehr Kali löslich als im toten Untergrunde (0,22 gegen 0,12 %). Auf stärker geneigten Abhängen wird die Ackerkrume schneller abgetragen, als die Entkalkung fortschreitet; es ruht hier eine kalkreiche Oberkrume (Tab.

IIa : XV $c_2$) auf dem kalkreichen Lößgestein und die Menge löslicher Silikate und des Kali ist hier geringer als in der stark entkalkten und verlehmten Ackerkrume, immer noch aber höher als im eigentlichen Lößgestein.

Um die Zusammensetzung des tieferen Untergrundes noch weiter aufzuklären, wurden die in Tabelle IV bezeichneten Proben nach dem von Hilgard angegebenen Verfahren aufgeschlossen. Die Menge des ungelösten Rückstandes (geglüht) beträgt hier bei den krystallinen Gesteinen 34 bis 52%, bei Lehm und Löß dagegen 58 bis 74%. Abgesehen von Eisen- und Aluminiumhydroxyd, geringen Mengen von Phosphaten und Spuren von Karbonaten (nur Löß enthält größere Mengen von diesen letzteren) sind die gelösten Stoffe in dem Gesteinsgrus vornehmlich als Eisen- und Aluminiumsilikate vorhanden; in geringer Menge sind auch Calcium- und Magnesiumsilikate zugegen. Auch Kalium und Natrium wurden in wechselnden und mitunter recht bedeutenden Mengen gelöst. Es sind eine große Menge in Säure lösliche Silikate beschrieben und mit den verschiedensten Namen benannt, außerdem kennt man die Umwandlungsprodukte der hauptsächlichsten Bestandteile der Gesteine, aber die unendlich vielen im Laufe der Verwitterung entstehenden Übergangsprodukte und Neubildungen können nicht beschrieben und klassifiziert werden. Es ist deshalb auch nicht möglich, den in Säure löslichen Mineralbestand des Gesteinsgruses näher zu definieren. Durch die Behandlung mit Säuren werden auch aus den meisten unzersetzten Silikaten (Feldspäten etc.) beträchtliche Mengen an Substanz gelöst. Man darf deshalb für diese gelösten Mengen nicht den Namen «Zeolithe» oder «zeolithähnliche Verbindungen» gebrauchen, da diese nur falsche Vorstellungen über den Mineralbestand erwecken. Bei der Zersetzung von thonerdereichen Gesteinen entstehen Reihen von wasserhaltigen Thonerdesilikaten, welche mehr oder minder große Mengen von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia und Alkalien und daneben Reste der Mineralien des ursprünglichen Gesteins enthalten und von amorpher Kieselsäure durchtränkt sind. Auch haben neuere Versuche festgestellt, daß Silikate, die früher für vollständig unlöslich in Säuren gehalten wurden, doch mehr oder weniger löslich sind, oder daß aus ihnen durch Säuren einzelne Bestandteile ausgezogen werden können. So konnte Jannasch aus Labrador von der St. Paulsinsel durch Salzsäure 0,56% ausziehen, und das Gelöste hatte fast genau die Zusammensetzung des verwendeten Feldspates (Neues Jahrb. f. Min. 1884). Auch schwache Säuren wie Essigsäure und kohlensäurehaltiges Wasser lösen aus Feld-

späten, wenn auch geringe, so doch gut bestimmbare Mengen (Stoklasa, Studien über die Verwitterung).

In Tabelle IVb sind die Resultate der Untersuchungen von 6 Proben Gesteinsgrus, 1 Probe Lößgestein, 2 Proben Glaciallehm (Gestein) und 2 Ackerkrumen zusammengestellt, und zwar je unter I die des Auszugs mit verdünnter Salzsäure, unter II die nach dem von Hilgard vorgeschlagenen Verfahren erhaltenen, und unter III die nach II mehr als nach I gefundenen Mengen. Die Menge der gelösten Basen und der in HCl und $Na_2CO_3$ gelösten Kieselsäure wurde zu 100 angenommen und die auf die Einzelbestimmungen entfallenden Anteile darauf berechnet, nachdem die für $CO_2$, $SO_3$ und $P_2O_5$ erforderlichen Mengen an CaO in Abzug gebracht waren. Da das vorhandene Wasser nicht bestimmt ist, auch in einigen Proben organische Substanz (Wurzeln und Humus) vorhanden waren, so wurden die Resultate auf wasserfreie Substanz berechnet, obgleich dies nicht richtig ist. Die Phosphorsäure wurde wegen ihrer Wichtigkeit als Pflanzennährstoff noch mit aufgeführt, während die letzte Spalte den nach dem früher üblichen Verfahren berechneten Sauerstoffquotienten (SQ) der gelösten Silikate enthält. (O der Basen: O der $SiO_2$ = SQ.)

Bei allen untersuchten Proben sowohl der Ackerkrumen als auch des Gruses der krystallinen Gesteine werden durch stärkere Lösungsmittel immer saurere Bestandteile zur Lösung gebracht, da die Sauerstoffquotienten von I bis III überall abnehmen; bei den Gesteinen des Löß und Glaciallehmes ist aber das Umgekehrte der Fall. In dem auf ursprünglicher Lagerstätte erst in jüngster Zeit aus kali-, kalk- etc. reichen Gesteinen entstandenen Grus sind noch die Neubildungen und leichter löslichen (basischen) Verwitterungsprodukte vorhanden, soweit dieselben nicht durch das durchsickernde Wasser fortgeführt sind. Dieser letztere Anteil ist in unserem regenarmen Klima gering, wie dies durch die Untersuchung der Quellwasser bestätigt wird. Durch die Verwitterung entstehen auch aus dem noch vorhandenen verwitterungsfähigen Material jährlich Neubildungen und leichter lösliche Verwitterungsprodukte. Die Materialien, welche den Löß (sowie auch Buntsandstein) bilden, stammen natürlich auch aus den Gesteinen des krystallinen Grundgebirges oder sonstigen eruptiven Gesteinen, sind aber, seitdem sie von ihrem Ursprung entfernt wurden, vielleicht schon verschiedene Male bei der Bildung neuer Gesteine beteiligt gewesen und durch wiederholte Verwitterung, Verschlämmung und Auslaugung beinahe aller leichter zersetzbaren Mineralien beraubt, so daß fast

ausschließlich, wie die mikroskopische Prüfung zeigt, Quarz und ähnlich schwer zersetzbare Mineralien wie Zirkon, Rutil, Granat, Turmalin mit etwas Glimmer und Feldspat und Epidot übrig geblieben sind, woraus sich durch Verwitterung nur in sehr geringer Menge leichter zersetzbare Silikate bilden können. Auch die gefundenen Mengen an Kali bestätigen dies Verhalten; bei dem Grus der krystallinen Gesteine wurden durch das schwächere Lösungsmittel ein viel höherer Prozentgehalt gefunden, nur der Hornblendegranit, der sich auch in andern Beziehungen abweichend verhält, macht hier eine Ausnahme. Bei Löß und Glaciallehm dagegen werden wieder durch stärkere Lösungsmittel größere Mengen Kali ausgezogen. Auch bei NaO herrschen im großen und ganzen dieselben Verhältnisse.

Das Eisen in I und II ist natürlich nicht bloß als Silikat vorhanden, sondern auch als Oxydhydrat oder Magneteisen; jedoch ist in den meisten Fällen ein erheblicher Bruchteil an Kieselsäure gebunden. Thonerde ist überall reichlich vorhanden, am wenigsten im Löß; die schwächere Säure löst aus dem krystallinen Gesteinsgrus am meisten (Ausnahme der des Böllsteiner Granit), aus dem Löß und Lehm am wenigsten. Am leichtesten geht, wie auch bei der Verwitterung, der Kalk in Lösung, so daß in einigen Fällen bei den krystallinen Gesteinen in III nur der der für $CO_2$ und $P_2O_5$ erforderliche vorhanden ist; eine auffällige Ausnahme macht hier der Diabas wie auch bei der Magnesia. Im Löß ist nur $CaCO_3$ sonst kein löslicher Kalk, in dem Lehm dagegen ist lösliches Kalksilikat in geringer Menge vorhanden.

Die Magnesia ist in einigen Proben leichtlöslich; in Diabasgrus ist ein beträchtlicher Teil als schwerlösliches Silikat vorhanden (Serpentin?), das in Nr. 78 unter II Gelöste entspricht bei $4{,}6\,\%$ Wasser einer von Roth aufgeführten Analyse von Grünerde (Roth, Chem. Geologie, I, 338), welche allerdings auch nur ein Gemisch verschiedener Silikate ist.

Im Löß ist die Magnesia teilweise an $CO_2$ gebunden.

Die Phosphorsäure findet sich oft reichlich vertreten in den Eruptivgesteinen in Form von Apatit; da derselbe die älteste Ausscheidung des Magmas ist, so wird er von den übrigen Gemengteilen des Gesteins umschlossen, und kann erst mit dem lösenden kohlensauren Wasser in Berührung kommen, wenn diese Gemengteile selbst verwittern. Sonst löst er sich verhältnismäßig leicht und findet sich deshalb auch in großer Menge in den am leichtesten löslichen Teilen des Gruses; öfter scheidet er sich aus der Lösung wieder aus und füllt z. B. die Hohlräume zwischen

den Basaltsäulen aus. So findet sich auf der Höhe des Roßbergs bei Darmstadt ein von Chelius im Notizblatt d. Ver. f. Bodenkunde 1896 beschriebenes Vorkommen von Phosphorit im Basalt. Das Nephelinbasaltgestein enthält hier 1,44% $P_2O_5$; der Basaltgrus 1,64% $P_2O_5$; der weiße Phosphorit enthielt $CaO$ 48,47% und 38,74 $P_2O_5$. Wir haben gleichfalls von dieser Stelle Proben untersucht (verwendet 10 gr + 50 HCl konz. 3 St. erwärmt) und gefunden:

| Nr. | | unlösl. | lösl. $ScO_2$ | $Fe_2Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $P_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. 359 | rosa gefärbtes Phosphat nahe am Kontakt des Rotliegenden mit Basalt und Dolerit | | | | | | 12,60% |
| » 376 | rosagefärbtes Phosphat aus einer Kluft | | | | | | 12,86 » |
| » 361 | gelblich-weiße Ader zwischen festem Basalt | 23,3% | 0,13 | 3,17 | 32,08 | 2,06 | 19,57 » |
| » 362 | Phosphat, rotbraun und bläulich | | | | 5,32 | — | 2,77 » |
| » 364 | Grus von zersetztem Basalt u. Dolerit | | | | 4,30 | — | 1,23 ». |
| » 370 | Grus vom Nephelindolerit, Ostseite des Bruches. | | | | | | |
| » 363 | Grus vom Basalt, Durchschnittsproben. eines im Bruch stehen gebliebenen Kegels. | | | | | | |

| Nr. | Wasser | Glühverl. | unlösl. | gel. $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 370 | 9,35% | 4,40 | 65,75 | 0,22 + 18,10 | wenig | viel | 2,45 | 0,17 | 0,10 | 0,07 | 1,54. |
| 363 | — | 2,00 | 10,83 | Sp. + 35,52 | ? | ? | 7,08 | 1,80 | 0,02 | 0,54 | 3,73. |

In einem gewöhnlichen Gabbrogrus von Nieder-Beerbach, Lehmgrube am Breitenloh, wurde gefunden:

Nr. 421 $P_2O_5$ = 0,79%,

und in einem ebensolchen, dem ersichtlich beträchtliche Mengen von Phosphat beigemengt waren, aus einer Grube westlich des Breitelohberges in Flur 1 von Niederbeerbach:

Nr. 424 in 3 m Tiefe $P_2O_5$ = 2,36%;

ein Basaltlehm vom Hesseberg enthielt:

$CaO$ 2,80 $P_2O_5$ 0,66%;

Es erscheint nach Vorstehendem recht wohl möglich, daß kalk- und phosphorsäurearme Äcker durch Überfahren mit solchem phosphorsäurereichen Gesteinsgrus erheblich verbessert werden können. In der That teilen Muntz und Girard mit, daß in Frankreich Dioritgrus zum Mergeln verwendet wird (Les engrais, Bd. 3, 165).

Zum Vergleich haben wir noch auf Tab. V die Bauschanalysen der hauptsächlichsten Gesteine unseres Gebietes aus den «Erläuterungen zur geologischen Karte des Großherzogtums Hessen» zusammengestellt. Leider sind diese Analysen meist mit Material von anderen Fundpunkten als dem unserer Analysen ausgeführt und deshalb zu Vergleichen nur mit Vorsicht zu benutzen. Durch die Studien über die Verwitterung der Granite etc. ist schon lange bekannt, daß durch die Wirkung des Wassers im Verein mit O und $CO_2$ die Oxyde CaO, MgO, $K_2O$, $Na_2O$ und FeO gelöst und weggeführt werden, oder in neue Verbindungen (Epidot, Chlorit, Muscovit etc.) eintreten, während die $SiO_2$ im Hydratzustande abgeschieden wird, und die Sesquioxyde mit Kieselsäure zurückbleiben (z. B. Hilger, Verwitterung des Granits vom Fichtelgebirge, Versuchsst. 1886). Es müssen also die Zwischenprodukte der Verwitterung sich an Sesquioxyden anreichern, so daß diese beim Behandeln mit Salzsäure in größerer Menge gelöst werden können.

Die Vergleichung der Werte unserer Tab. IVb mit den entsprechenden von Tab. V ergiebt, daß sich in dem am leichtesten löslichen Teil des Gesteinsgruses sehr viel mehr $Fe_2O_3$ und $Al_2O_3$ befindet als im ganzen unzersetzten Gestein. CaO und $Na_2O$ werden am leichtesten gelöst und fortgeführt; es finden sich deshalb auch im löslichen Teil des Grus beide in verhältnismäßig geringeren Mengen vertreten. An das CaO schließt sich MgO an, doch widersteht sie der Fortführung besser als ersterer. Das Kali verhält sich aber ganz anders als Natron, da es sich in allen Proben im löslichen Anteil des Gruses mit Ausnahme dessen vom Hornblendegranit in auffälliger Weise in sehr viel größerer Menge als im unverwitterten Gestein vorfindet. Für die Ernährung der Pflanzen und vor allem der tiefwurzelnden Futtergewächse und Waldbäume dürfte diese Kalianreicherung im leicht löslichen Teil des Gesteinsgruses von hervorragender Wichtigkeit sein. Auch die Beobachtung, daß in dem Quellwasser der Granitformation vielmehr Natron als Kali gelöst ist, während im Gestein das Verhältnis beider das umgekehrte ist, bestätigt, daß das durch die Verwitterung in Lösung gehende Kali zum größeren Teil vom Boden und dem Gesteinsgrus absorbiert resp. in Neubildungen festgelegt wird, während das Natron im Wasser gelöst fortgeführt wird. So fand z. B. Hannaman im Karlsbader Granit $K_2O : Na_2O = 2 : 1$, dagegen im Wasser dieser Formation $K_2O : Na_2O = 1 : 2$ (Beschaffenheit der fließenden Gewässer Böhmens I, S. 88).

Vom Gestein des Wellenkalkes sind auf Tab. IIIb und V einige Analysen vorhanden; bei der Verwitterung desselben erfolgt die Lösung und Wegführung der Karbonate in kohlensäurehaltigem Wasser verhältnismäßig leicht, zumal der sehr zerklüftete Untergrund die Versickerung des Wassers sehr erleichtert. Es entstehen deshalb aus reinem Kalkgestein öfter kalkarme Böden. Das Eisen, welches vielfach als Oxydul in diesem Gestein vorhanden ist, geht in Oxyd über und bildet mit den in Säuren unlöslichen Beimengungen und deren Verwitterungsprodukten neben Karbonaten von Ca O und Mg O den Boden. Über die unlöslichen Beimengungen des Michelstädter Wellenkalkes hatten wir bereits einige Mitteilungen in unseren Untersuchungen über den Göttinger Muschelkalk veröffentlicht, worauf wir Bezug nehmen und nur der Vollständigkeit wegen hier mitteilen, daß im eigentlichen Wellenkalk vorkommen Quarzkörner, Glimmer, Thon, Zirkon, Anatas, Eisenoxyd und organische Substanz. Im Rückstand des Kalkes der Muschelbänke finden sich sehr häufig idiomorphe Quarzkrystalle; in einer Probe aus einem Bruche südlich von Michelstadt bestand das Unlösliche fast ausschließlich aus solchen langen, stabförmig beiderseits ausgebildeten Krystallen, neben welchen nur noch Quarz in Körnern, Glimmer, Eisenoxyd, Thon und selten Feldspat beobachtet wurden zugleich mit Zirkon, Turmalin und Hornblende. Der unlösliche Rückstand von 2 Proben Schaumkalk bestand wohl zu 99 % aus Quarzkrystallen.

## Beschreibung der Böden.

Die in den vorstehenden Einzelbeschreibungen und den angehängten Tabellen niedergelegten Resultate sollen nun in einer kurzen Beschreibung der einzelnen Bodengruppen zusammengefaßt werden, und es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß sich die Untersuchung nur auf die landwirtschaftlich benutzten Böden des Ackers und der Wiese erstreckt hat, und von den Waldböden, welche mehr als 50 % der Fläche des Odenwaldes einnehmen, nur sehr wenig Proben bearbeitet sind.

Nach der geologischen Beschaffenheit sind folgende Hauptverbreitungsgebiete zu unterscheiden:

A. Das Gebiet der krystallinen Gesteine, krystalline Schiefer, nebst Diabas, Granit und Hornblendegranit, Diorit nebst Gabbro und hieran anschließend Porphyr und Basalt, das von der Bergstraße anfangend den westlichen Teil des Odenwaldes einnimmt; es deckt auf hessischem Gebiet etwa 520 qkm Fläche und einschließlich des badischen Anteils im ganzen

zwischen Modau und Neckar etwa 590 qkm. (Die Flächen sind auf der Übersichtskarte des Odenwaldes von Chelius in 1 : 250 000 gemessen und machen daher auf große Genauigkeit keinen Anspruch.)

B. Das Gebiet des Rotliegenden, Buntsandsteins und Muschelkalkes, das sich im Westen an das vorher genannte anschließt und weit über die Landesgrenze hinaus nach Osten erstreckt, bis daß es unter der Muschelkalkformation des «Baulandes» verschwindet, während es nach Norden durch den Spessart mit dem großen mitteldeutschen Buntsandsteingebiet zusammenhängt. Die Fläche des hessischen Anteils beträgt circa 660 qkm, die des badischen Anteils bis zum Neckar ca. 110 qkm, beide Flächen zusammen also etwa 770 qkm.

C. Das Gebiet des Tertiärs. Im Odenwald sind nur eine Anzahl kleine Flecken auf den Höhen und in der Erbach-Michelstädter Grabenversenkung vorhanden von höchstens 3 qkm Ausdehnung, welche näher untersucht sind. Der bei weitem größte Teil in der Nähe von Frankfurt und Offenbach ist nicht weiter berücksichtigt. In dem Diluvialgebiete nördlich vom Odenwald bilden tertiäre Thone vielfach den Untergrund, erlangen dadurch in landwirtschaftlicher Beziehung einige Wichtigkeit und haben auch zur Entstehung besonderer Industriezweige Veranlassung gegeben.

D. Das Gebiet des Diluviums, in welchem besonders zu behandeln sind:

a. das Gebiet des Löß und Lößlehmes,
b. » » » Flugsandes und der Flußsande.

a. Löß und Lößlehm, welche an der Bergstraße nur einen schmalen Streifen einnehmen und im Innern der vorgenannten Gebiete meist auf den Höhen als Reste einer früher weitverbreiteten Decke auftreten, erreichen am Nordrande des Odenwaldes in der Gegend von Ober-Ramstadt bis Groß-Umstadt und Groß-Ostheim eine beträchtliche Verbreitung und decken im ganzen etwa 210 qkm (so weit als möglich auf den Karten in 1 : 25 000 und den badischen 1 : 50 000 gemessen).

b. Die Böden des Flugsandgebietes der Rheinebene und der Flußsande, und das des zum Maingebiet gehörigen Diluvium nördlich der Lößzone mit zusammen 850 qkm, sind von uns nur aus der Gegend der Bergstraße näher untersucht, so daß wir für den größten Teil auf die in den Erläuterungen zur geologischen Karte etc. von Prof. Chelius und Klemm und unsere bereits früher veröffent-

lichten Untersuchungen der Böden der Provinz Rheinhessen und des Rheingaues angewiesen sind.

E. Das Gebiet des Alluviums:

a. des Rheines und alten Neckars in der Rheinebene mit circa 630 qkm Fläche;

b. des Maines und der Gersprenz mit 150 qkm, welche beide von uns ebenfalls nicht untersucht sind.

F. Der Vollständigkeit wegen sind noch anzuführen die ebenfalls nicht berücksichtigten Gebiete des Granites etc. von Darmstadt (nördlich der Modau) und das sich nördlich daran anschließende Gebiet des Rotliegenden, welches sich bis in die Gegend von Sprendlingen erstreckt.

| | Zusammenstellung d. Flächen | |
|---|---|---|
| | in der Provinz Starkenburg qkm | zwischen Main, Neckar, Rhein u. östl. Landesgrenze qkm |
| A. Gebiet der krystallinen Gesteine | 520 | 590 |
| B. » des Buntsandsteins | 660 | 770 |
| C. » des Tertiärs | 40 | 50 |
| D. » des Diluviums | | |
| a) des Löß und Lößlehms | 210 | 230 |
| b) des Flugsandes u. d. Flußsande am Main | 410 | 410 |
| c) » » » » » » Rhein | 410 | 440 |
| E. » des Alluviums: | | |
| a) des Rheins und alten Neckars | 470 | 630 |
| b) des Mains und der Gersprenz | 150 | 150 |
| F. » des Granites von Darmstadt u. d. Rotliegenden | 120 | 120 |
| Provinz Starkenburg ohne d. bad. Enklaven | 2990 | 3390 |

A. Die Böden im Gebiete der krystallinen Gesteine. Von den hier bodenbildend auftretenden Gesteinen nehmen die Granite in ihren verschiedenen Abarten des Bergsträßer, Böllsteiner Granites (gneißartig) und der Hornblendegranite den bei weitem größten Flächenraum ein und geben dem Boden des ganzen Gebietes seinen Charakter; wesentlich geringere Flächen decken die krystallinen Schiefer, Diorit und Gabbro.

Die Bodenbildung beginnt mit der Zertrümmerung, welche je nach Struktur und Konstitution der Gesteine schneller oder langsamer fortschreitet

und eine mehr oder weniger mächtige Decke von Grus entstehen läßt. Auf den Abhängen werden die feineren Teile weggeschwemmt und es bleibt nur der grobkörnige Grus zurück; vor allem sammeln sich auf der Oberfläche die scharfkantigen und sehr schwer verwitternden Trümmer der granitischen Ganggesteine (Aplite) an; auch treten diese Gänge, sowie die oft sehr mächtigen des porphyrischen Granites und der Quarzite als Riffe aus der leichter verwitternden Masse der Granitgesteine hervor. Von den die massigen Gesteine zahlreich durchsetzenden Spalten aus schreitet die Vergrusung fort, so daß, wenn der Grus weggeschwemmt wird, rundliche, oft wollsackähnliche Blöcke an der Oberfläche übrigbleiben, die am Felsberg etc. die Felsenmeere bilden und aus vielen andern Gegenden mit granitischem Boden, wie aus dem Fichtelgebirge, vom Brocken, der Auvergne, bekannt sind. Das wasserundurchlässige Gestein verhindert das schnelle und tiefe Eindringen großer Massen des Regenwassers, so daß im Granitgebiet größere Wassermengen oberirdisch abfließen als im Gebiete der durchlassenden Gesteine; diese größere oberirdisch abfließende Wassermasse schwemmt größere Mengen Schutt weg, furcht in vielen Richtungen die Oberfläche aus und erzeugt dadurch die ungeheuere Anzahl von Thälern, Thälchen und Rinnen, durch welche sich die Oberfläche des Granitgebietes so auffallend z. B. von der des Buntsandsteins unterscheidet. Die Blätter der topographischen Karte 1 : 25 000 Lindenfels und Beerfelden lassen diese Unterschiede in vorzüglicher Weise hervortreten. Gleichzeitig mit der Grusbildung setzt auch die chemische Verwitterung ein, welche durch zahlreiche Untersuchungen im großen und ganzen aufgeklärt ist. Mit dem eindringenden Regenwasser werden zugleich Sauerstoff, Kohlensäure und Humussäure dem Gestein zugeführt, welche Eisenoxydul teilweise in Oxyd überführen, teilweise in Lösung bringen, so daß es im abfließenden Quellwasser abgeführt wird oder sich auf Spalten etc. wieder ausscheidet. Aus den Silikaten wird Kalk, Kali und Natron ausgezogen, teils weggeführt, teils in neugebildeten Silikaten festgelegt. Die Untersuchungen der Wasser des Granitgebietes zeigen, daß das Verhältnis des gelösten Kali zu Natron gerade umgekehrt ist als das in den Gesteinen, so daß im Gesteinsgrus große Mengen von Kali zurückbleiben müssen; was durch unsere Untersuchungen bestätigt wurde. Das Aluminium bleibt als Kaolin, Thon und Lehm zurück, wird aber durch das fließende Wasser meist weggeschwemmt; außerdem scheint es uns nicht unwahrscheinlich, daß ein kleiner Teil desselben wie in den tropischen Gegenden als Laterit, als Hydroxyd abgeschieden

wird. Der Quarz bleibt chemisch unverändert und etwa vorhandener Apatit wird in dem Grade frei, als die ihn umschließenden Silikate verwittern; er löst sich in kohlensäure- und vor allem in humussäurehaltigem Wasser und wird von demselben weggeführt oder an einzelnen Stellen (Spalten) abgelagert (z. B. im Basalt des Roßberges, Gabbrogrus von Nieder-Beerbach), oder vom Boden absorbiert.

Je feuchter im allgemeinen eine Lage ist und je mehr sich auf der Oberfläche Humus ansammelt, um so schneller schreitet die Verwitterung fort. In den Thälern aber werden vielfach die abgeschwemmten feinsten Teile abgelagert, so daß hier schwerere Böden entstehen können.

## I. Böden der metamorphen Schiefer.

Das Gestein ist reich an Kali und teilweise auch an Phosphorsäure, dagegen arm an Kalk; der Gehalt an Thonerde ist ebenfalls ziemlich hoch; es verwittert ziemlich leicht und liefert an allen topographisch nicht zu ungünstigen Stellen einen glimmerhaltigen, ziemlich tiefgründigen, gelbbraunen sandigen Lehmboden. Der leicht zerbröckelnde Grus ist recht mächtig und gestattet den Pflanzenwurzeln leicht in die Tiefe einzudringen. Der Feinbodengehalt ist sehr hoch (75—98 %), an Stellen, an denen zahlreiche Granitadern die Schiefer durchsetzen, sinkt er bis auf 52 %. Der Gehalt an feinsten Teilen (14—29 %) entspricht einem stark sandigen Lehmboden, der Gehalt an Staub ist höher als der an feinsten Teilen. Der Thongehalt (2,8—4,6 %) entspricht ebenfalls einem sandigen Lehmboden. Humusgehalt und Wasserfassung halten sich in mittlerer Höhe.

Der Gehalt an Kalk beträgt im Mittel 0,26 %, geht jedoch öfter sehr tief hinunter (ein Graphitschiefer enthält nur 0,01 %), während der Magnesiagehalt öfter recht bedeutend wird (0,4 % im Max.); Kohlensäure ist fast überall nur in Spuren vorhanden. Ausgezeichnet sind diese Böden durch ihren Reichtum an löslichem Kali 0,56 und 0,99 % (eine zweite Bestimmung ergab hier 1,07 %); bei keinem andern Ackerboden wird diese Höhe wieder erreicht. Auch der Gehalt an löslicher Kieselsäure und Thonerde ist recht hoch, dagegen der an Phosphor- und Schwefelsäure gering bis sehr gering. Der Stickstoffgehalt ist ebenfalls sehr hoch, die Absorption recht gut.

Überstreuung mit Lößmaterial, welche in der Nähe der Bergstraße nachgewiesen wurde, erhöht den Kalkgehalt in sehr vorteilhafter Weise. (Max. 3,0 % CaO, 2,0 $CO_2$.)

Im ganzen sind die Böden sowohl im Bergsträßer, als auch im Böllsteiner Gebiet in physikalischer Beziehung günstig geartet, jedoch meist arm an Kalk und Phosphorsäure, dagegen überreich an Kali.

## II. Diabas

gehört noch zur Formation der Schiefer, nimmt aber nur sehr geringe Flächen ein.

Das Gestein ist reich an Kalk, Natron und sehr reich an Phosphorsäure, der Kaligehalt ist dagegen nur mäßig. Der Gesteinsgrus enthält sehr viel lösliches Kali (0,97 und 1,31 nach Hilgard) und viel Phosphorsäure.

Aus dem Gestein entsteht ein tiefgründiger und infolge fehlenden Quarzes feinbodenreicher, lehmiger Sandboden mit beträchtlichem Thongehalt (3—5%), hoher Wasserfassung und hohem Humusgehalt; da auch der Untergrund von der Ackerkrume nur wenig abweicht, so kann dieser Boden in physikalischer Beziehung hohe Ansprüche befriedigen. Jedoch ist der Kalkgehalt in Krume und Untergrund nur mäßig (0,1—0,2%), während der Gehalt an MgO etwas höher ist und der an Kali und $P_2O_5$ als hoch resp. ausreichend bezeichnet werden muß.

Der Untergrund ist der Ackerkrume ähnlich, der Gesteinsgrus in 1 m Tiefe außerordentlich reich an löslichen Nährstoffen. Da auch die sonstigen Eigenschaften günstig, die Stickstoffabsorption sogar sehr hoch ist, so ist nur zu bedauern, daß von diesem Boden nicht größere Flächen vorhanden sind.

Ein mit Löß gemischter Diabasboden wurde von der nördlichen Grenze des Gebietes bei Groß-Bieberau untersucht und enthielt 2,1% CaO und 1,3% $CO_2$.

## III. Böden des Diorit.

Das dunkel- bis schwarzgrüne Gestein von Lindenfels, welches sich in einem mehr als einen Kilometer breiten Zuge vom Rande des Rheinthales bei Unter-Hambach bis Lindenfels und Reichelsheim auf eine Länge von 16 km erstreckt, ist reich an Eisen, Thonerde, Kalk und Magnesia, enthält aber nur wenig Kali und Phosphorsäure. Außer diesen kommen noch mehrere Massen vor, die vielfach vom Granit eingeschlossen sind oder von demselben durchzogen werden.

Das Gestein zerfällt leicht in einen gelblich braun-grauen Lehm. Der Grus im Untergrund in 60 bis 100 cm Tiefe enthält 98—100% Feinboden; er enthält nach den vorliegenden Analysen mäßig viel Kalk (0,5—0,7%), ist aber sehr reich an Kali (0,36—0,85 und 1,27% nach Hilg.) und Phos-

phorsäure ($0{,}24-0{,}90\,\%$) und ist daher in physikalischer und chemischer Beziehung von sehr guter Beschaffenheit. Nach der Bauschanalyse enthält das Gestein dagegen $10\,\%$ $CaO$, aber nur $0{,}6$ $K_2O$ und $0{,}2$ $P_2O_5$.

Die Ackerkrume ist reich an Feinboden ($75-93\,\%$); der Sandgehalt ist geringer als bei den Granitböden; der Gehalt an Staub ($18-32$) und an feinsten Teilen ($21-37$) entspricht mittelschwerem Lehm- oder sandigem Lehmboden, der Thongehalt mit $6\,\%$ entspricht diesem ebenfalls. Der Humusgehalt mit $0{,}7$ ist nicht hoch, die Absorption günstig. Die physikalischen Verhältnisse sind daher im ganzen recht günstige.

Der Kalkgehalt schwankt zwischen $0{,}1$ und $0{,}4$, ist also teilweise unzureichend und im ganzen nur ein mittlerer ($0{,}25\,\%$). $CO_2$ ist meist nur in Spuren vorhanden. Der Untergrund enthält etwas reichlicher Kalk als die Ackerkrume ($0{,}4\,\%$), doch ist der Kohlensäuregehalt auch hier sehr gering. Die Nährstoffbestimmung weist $0{,}4-0{,}6\,\%$ lösliches Kali, einen außergewöhnlich hohen Betrag auf, ebenso ist die Menge der Phosphorsäure gleichfalls sehr hoch ($0{,}2-0{,}9\,\%$), ebenso wie der Stickstoffgehalt. Da auch die genügend hohe Absorption auf günstige Zusammensetzung hindeutet, so müssen wir den Boden als einen der besten in unserem Gebiete anerkennen, jedoch läßt die oft hohe Lage der Fläche die günstigen Eigenschaften des Bodens mitunter weniger in die Erscheinung treten; jedenfalls übertrifft er in gleicher Lage den des Granites wesentlich.

Bei Winterkasten wuchs auf der Höhe reichlich Tussilago farfara, was immer auf einen ziemlich schweren Boden hindeutet. Während Braungart diesen Huflattich für eine Thonmergelpflanze erklärt, fanden sich hier nur $0{,}13\,\%$ $CaO$ in der Ackerkrume.

Die Überstreuung mit Löß und Flugsand am Rande der Bergstraße erhöht auch hier den Kalkgehalt sehr wesentlich (bis auf $1{,}8\,\%$, $CO_2$ bis $1{,}6$).

## IV. Die Böden des Gabbro

sind denen des Diorit sehr ähnlich. Ackerkrume und Untergrund bis in 3 m Tiefe sind sehr reich an Feinboden ($90-100\,\%$), der Kalkgehalt beträgt $0{,}3$ im Mittel, der an $CO_2$ $0{,}02\,\%$. Der Grus enthält mitunter beträchtliche Mengen an Phosphat.

## V. Die Böden des Granites.

a. Die Bergsträßer Granite (Granitit) sind fast weiße Gesteine von sehr gleichmäßiger Ausbildung; an den Rändern der großen Ver-

werfungen sind sie sehr stark zertrümmert und verwittern dann besonders leicht. Die als Muster anfgeführte Analyse des Granites vom Melibokus zeigt, daß hier ein recht hoher Kalk- und Natron-Gehalt vorhanden, der an Kali dagegen gering ist. Im Vergleich zu den vorgenannten Gesteinen ist der Phosphorsäuregehalt ebenfalls recht gering.

Je nach Gesteinsbeschaffenheit und Lage der Oberfläche schwankt der Gehalt an Feinboden sehr beträchtlich (32—97°/$_0$, Mittel 74). Die niedrigsten Werthe finden sich beim porphyrischen Granit, die höchsten in der erwähnten Zone der Zertrümmerung bei Pfaffenbeerfurth. Stets sind die Böden reich an Sand und Kies und arm an feinsten Teilen (8—17°/$_0$); nur der Boden von Pfaffenbeerfurth ist hier wieder ausgezeichnet (28°/$_0$). Der Gehalt an Thon (1,2—3,9) ist gleichfalls gering, ebenso der Humusgehalt; etwas günstiger ist die Wasserfassung (39 und 20°/$_0$). Im allgemeinen finden sich daher im Gebiet des Granites nur reine bald grobkörnige, bald mehr feinkörnige mäßig bis stark durchlassende Sandböden, nur hin und wieder sandige Lehmböden, und nur ganz ausnahmsweise schwere Böden. Der Untergrund ist der Ackerkrume ähnlich und die Mächtigkeit der den Pflanzenwurzeln noch zugänglichen Grusschicht schwankt von wenigen Centimetern bis zu mehreren Metern.

Der Kalkgehalt schwankt zwischen 0,05—0,6°/$_0$ (Mittel 0,2), Kohlensäure ist meist nur in Spuren vorhanden. Der Untergrund ist der Ackerkrume ähnlich; der Gesteinsgrus enthält wesentlich mehr Kalk 0,6°/$_0$, aber ebenfalls nur Spuren von Kohlensäure. Der Gehalt an Kali ist ausreichend bis sehr hoch (0,2—0,5°/$_0$), der an Phosphorsäure ein mittlerer (0,1°/$_0$); Stickstoff ist ausreichend vorhanden 0,09—0,15°/$_0$. Die hohe Absorption von Stickstoff läßt vermuten, daß der Boden für den Betrieb des Ackerbaues doch wertvoller ist, als man nach seiner physikalischen Beschaffenheit meinen sollte, so daß wir ihn an allen Stellen, wo er nicht zu flachgründig ist, für einen Ackerboden mittlerer Qualität ansprechen müssen, der regelmäßiger Düngung mit Stallmist, Kalk und Phosphorsäure bedarf, um vollständig ausgenützt zu werden. Auf steilen Hängen liefert der Granit nur einen flachgründigen, steinigen und deshalb auch nur geringwertigen Ackerboden, der aber richtig bewirtschaftet vorzüglichen Wald tragen kann.

In der Nähe der Bergstraße wird der Boden des Granites durch Überstreuung mit dem Material des Löß und kalkreichen Flugsandes wesentlich verbessert; in den untersuchten Proben steigt der Kalkgehalt bis auf 2°/o, der an $CO_2$ auf 1,3°/$_0$.

Der Boden des Granits von Neutsch (Granophyr), welcher eine ganz untergeordnete Bedeutung hat, ist dem des Granites sehr ähnlich, nur noch ärmer an Kalk (0,13 im Mittel).

b. Boden des Böllsteiner älteren Granites (gneißartig). Die Bauschanalyse des grobflaserigen und dunkeln Gesteins zeigt, daß ein kalk- und kalireicher Granit vorliegt. Die Analyse des Gesteinsgruses liefert ein ähnliches Resultat, da gelöst wurde CaO 0,56 und nach Hilgard 0,54%, während die entsprechenden Zahlen für Kali 1,20 und 1,82% sind, die höchsten Beträge, die überhaupt festgestellt wurden. Weniger hoch sind die für $P_2O_5$ 0,14 und 0,33%.

Der Gehalt der Ackerkrume und des Untergrundes an Feinboden schwankt zwischen 46 und 90% und ist im allgemeinen etwas geringer als der der vorher beschriebenen Böden. In Bezug auf Gehalt an Staub, feinsten Teilen (je 16%) und Thon (2—6%) ähnelt er dem Boden des Bergsträßer Granits sehr, doch sind Glühverlust, Humusgehalt und die Wasserfassung etwas höher als die des letztgenannten. Auch trägt die schuppige Beschaffenheit des Bodens wohl mit dazu bei, daß die physikalischen Verhältnisse im ganzen etwas günstiger sind als bei den Böden des Bergsträßer Granites. Der Kalkgehalt beträgt im Mittel 0,2%, der an Kohlensäure 0,02%; Magnesia ist wesentlich mehr als Kalk vorhanden; mit löslichem Kali ist der Boden hervorragend ausgestattet, da die Bestimmungen in drei verschiedenen Ackerkrumen ergaben 0,87% (Kontrollbestimmung 0,90%), 0,78% und 1,43%, im Mittel 1,02%, der höchste gefundene Gehalt. In den vorzüglichen rheinhessischen Böden ist 0,57% das gefundene Maximum. Die vorhandene Phosphorsäuremenge (0,09—0,19%) ist für die Intensität des Betriebes, welche auf den Böden des Granitterrains noch lohnen kann, ausreichend; Stickstoff ist ebenfalls in ausreichender Menge vorhanden (0,11—0,16%). Die Absorption mit 60—76 ist genügend. Der Untergrund ist der Ackerkrume ähnlich und reicher an Kalk.

c. Boden des Böllsteiner jüngeren Granites. Derselbe ist von geringer Wichtigkeit; er enthält mehr Feinboden und feinste Teile als der vorige, aber weniger Thon; er ist daher ein lehmiger Sandboden von geringer Mächtigkeit. Sein Kalkgehalt (0,15%) ist ebenfalls geringer als der des älteren Granites, und an Kali enthält er nur 0,12%, an Phosphorsäure nur 0,06; die Stickstoffabsorption ist die eines besseren Sandbodens. Die Wasserfassung ist jedoch ausnahmsweise günstig (43 und 23 Mittel).

Im ganzen ist der Boden in dieser Formation ein geringer und flachgründiger Sandboden, der am besten als Wald genützt wird.

## VI. Boden des Hornblendegranites.

Die Bauschanalyse des Gesteins dieser Hauptabart des Granites weist einen Kalkgehalt nach wie bei dem des Diabas (8%) und einen Kaligehalt wie bei dem des Granites vom Melibokus (1,7%). Die Analyse des Gesteinsgruses nach Hilgard ergab bei No. 54 die höchsten Werte für lösliche Thonerde (16%), Kali (1,6) und Kieselsäure (25,8), während in dem normalen Säureauszug des Gruses 7,7 $Al_2O_3$, 1,12 $K_2O$ und 6,88 $SiO_2$ bestimmt wurden.

Der Feinbodengehalt der Ackerkrume (80%) stimmt mit dem der übrigen Granite annähernd überein, ebenso der an Staub (23%) und feinsten Teilen (22%); der Thongehalt ist dagegen etwas höher, ähnlich dem des Diorit und Diabasbodens (5,0%); dasselbe gilt auch von der Wasserfassung (47%) und dem Humusgehalt. Auf der Spitze des Feldberges enthält die Ackerkrume 2,5, der Untergrund in 35 cm Tiefe 2,1%, und der Gesteinsgrus in 1 m Tiefe noch 0,4 Humus; der Stickstoffgehalt der Ackerkrume betrug hier 0,36%. Der Kalkgehalt der Ackerkrume (0,15—0,56) ist im Durchschnitt höher als der der anderen Granitböden und der von Diabas und Diorit; der Untergrund ist durchschnittlich kalkärmer, der Gesteinsgrus aber kalkreicher als die Ackerkrume. Kohlensäure ist überall nur in ganz geringer Menge vorhanden, im Gesteinsgrus noch weniger als in der Ackerkrume. Kali ist überall im Untergrunde und der Krume reichlich vorhanden (0,36% Mittel), Phosphorsäure dagegen teils unzureichend, teils genügend; Schwefelsäure ist überall nur sehr wenig vorhanden; der Stickstoffgehalt ist dagegen sehr hoch (0,24% im Mittel). Die Absorption ist die eines sandigen Lehmbodens (32).

Auch hier finden sich Stellen, an denen eine in der Jetztzeit noch fortdauernde Überstreuung mit Löß und Flugsand den Kalk- und Kohlensäuregehalt etwas erhöht hat.

Es sind hier noch anzuschließen einige Böden krystalliner Gesteine, welche eigentlich nicht zum System des Granites gehören.

## VII. Boden des Quarzporphyr von Umstadt mit Löß.

Der Boden ist arm an Feinboden (50%) und ziemlich reich an CaO (0,65) und $CO_2$ (2,7%), was voraussichtlich von einer Beimengung von

Lößmaterial herrührt. Diese Böden werden bei Groß-Umstadt meist als Weinberg genützt.

## VIII. Boden des Basalt mit Löß.

Eine Probe vom Galgenberg bei Zipfen enthielt in Ackerkrume im Untergrund etwas über 1% CaO; der Gehalt an Feinerde ist auffallend hoch (97,5%).

## IX. Boden von Minette.

Die Minette bildet in Linnenbach Fl. 2 einen Gang in den Schiefern von einigen Metern Mächtigkeit. Der Boden enthielt 90% Feinerde, 1% CaO, 0,98 MgO, aber nur 0,02 $CO_2$.

Nach Vorstehendem überwiegen im Granitgebiete die sandigen, grobsandigen und kiesigen Böden; die schwachlehmigen Sandböden kommen seltener vor, eigentliche mäßig schwere Lehmböden sind seltene Ausnahmen; die meisten sind auch humusarm, selten erhebt sich der Humusgehalt über die mittlere Höhe von 1 bis 1,2%. Jedoch ist die Wasserfassung im allgemeinen günstig; da auch die Absorption für Stickstoff gut ist, so sind die Böden im allgemeinen doch besser, als man nach dem Aussehen derselben vermuten könnte. Der Kalkgehalt ist im allgemeinen gering und Kalkdüngung, wie oben des breiteren auseinandergesetzt, an den meisten Stellen nötig, nur die Böden des Diabas, Diorit und Gabbro haben mittleren Kalkgehalt und auch die des Hornblendegranit sind etwas besser gestellt als die des gewöhnlichen Granites. Die meisten Böden sind aber reich, und mehrere Proben waren außerordentlich reich an Kali; und da die Kalkdüngung Kali aus den Silikaten frei macht, so dürfte in diesem Gebiete der Ackerböden, die regelmäßige Stallmistdüngung erhalten, ein dankbares Feld ausgedehnter Kalidüngung kaum zu erhoffen sein. Ausnahmen bestätigen natürlich auch hier die Regel. Der Phosphorsäuregehalt ist in den meisten Fällen recht gering, Phosphatdüngung deshalb nächst der mit Kalk am häufigsten erforderlich; nur Diorit und Gabbroböden sind besser von Natur damit versorgt. Der Stickstoffgehalt ist im ganzen ein mittlerer bis guter.

Die gröberen Bestandteile ($>$ 2 mm), welche in den Granitböden meist in recht beträchtlicher Menge vorhanden sind, bestehen wohl zum größeren Teile aus dem Material, welches den Boden gebildet hat, und es könnten durch Verwitterung dieses noch unzersetzten Materials noch beträchtliche Mengen Nährstoffe in Freiheit gesetzt werden. Demgegenüber ist aber

darauf aufmerksam zu machen, daß die Oberfläche, welche diese groben Teile der Verwitterungsagentien darbieten, sehr klein ist im Vergleich zu der der feineren und feinsten Teile des Bodens, auf welche Wasser etc. einwirken kann. In einem Granitboden von Pfaffenbeerfurth verhielten sich beide Oberflächen wie 1:1000, wenn man annimmt, daß alle Teile Würfelform hätten. Sind daher auch die gröberen Teile reicher an Nährstoffen, so ist doch anzunehmen, daß die Verwitterungsagentien infolge der viel größeren Angriffsfläche viel mehr Nährstoffe aus den feineren Teilen freimachen. Das vorzügliche Gedeihen des Laubwaldes, welcher vor allem die tieferen Schichten des Gesteinsgruses ausnutzt, zeigt, daß diese Nährstoffquelle recht reichlich fließt, und unsere Untersuchungen bestätigen das augenfällig. Die flachgründigen und stark abhängigen Böden dieses Gebiets würden wohl am besten alle aufgeforstet, da Ackerbau unter heutigen Verhältnissen darauf kaum noch lohnend sein kann, und die Niederlegung zu Weide, welche im Interesse der Viehzucht wohl wünschenswert wäre, infolge großer Durchlässigkeit des Bodens bei dem mäßigen Regenfall ebenfalls nur an den von Natur feuchten oder künstlich bewässerbaren Stellen gute Resultate geben dürfte.

Nach den Aufzeichnungen der Großherzoglichen Oberförster ist der wüchsigste Laubwald (meist Buchen) auf Diorit im Heppenheimer Wald, auf Lehm über Granit bei Neutsch, ferner auf Schiefer und Hornblendegranit im Mittershäuser Wald, hie und da auch auf ebenen Stellen auf Hornblendegranit, am Nordabhang des Knodener Kopfes auf Diorit mit Granit gemischt, ferner auf den Dioriten des Scheuernberg, Seidenbuch und Buch bei Lindenfels. Geringer Wald dagegen findet sich auf den steilen Abhängen der Tromm, auf Hornblendegranit von Mitlechtern, Granit im Schiefer bei Erlenbach, auf Granit bei Lindenfels, auf Hornblendegranit bei Kirschhausen, ferner auf Granit oberhalb Gronau. Schlechter Wald findet sich im Granitgebiet überall dort, wo das Gestein grusig stückig zerfällt, und auf steilen Abhängen, von denen die Feinerde leicht abgespült wird; große Blöcke wirken hier oft günstig, weil sie die Feinerde und das den Boden bedeckende Laub vor Abschwemmung schützen. (Vergl. Erläuterungen zu Blatt Lindenfels und Neunkirchen von Prof. Chelius.)

### Die Wiesen des Granitgebietes.

Auf den sandigen und trockenen Böden des Granitgebietes sind selbstverständlich Wiesen und Weiden nur ausnahmsweise vorhanden, dieselben liegen

vielmehr auf den Sohlen der zahlreichen Thäler, auf welchen sich die von den Abhängen abgeschwemmten feinsten Teile ansammeln und zahlreiche kleine Quellen die nötige Feuchtigkeit spenden, die Humusbildung befördern und zur Versauerung und Vertorfung Veranlassung geben.

Diese Wiesenböden weisen die höchsten Gehalte an Feinerde auf (97%), Kalk- und Magnesiagehalt sind in den meisten Fällen gering (0,3 CaO M.), Kohlensäure ist noch viel weniger (0,03%), in vielen Fällen ist überhaupt gar keine vorhanden. Dabei sind Glühverlust und Humusgehalt hoch (13 und 3,8% Mittel), sowie auch der Stickstoffgehalt (0,27), der an $P_2O_5$ dagegen gering (0,02%). Der Odenwald besitzt viele vortreffliche Wiesenthäler, an vielen Stellen wird schon seit langen Jahren das Wasser der Bäche zur Bewässerung der Flächen mit gutem durchlassendem Boden mit bestem Erfolge benützt. An anderen Stellen aber versauert man an und für sich schon sumpfige und moorige Flächen, denen vor allem andern gründliche Entwässerung not thäte, durch Aufleiten kalten Quellwassers noch mehr; und an sehr vielen Stellen verabsäumt man es, die unzureichende Düngerwirkung des Wassers durch geeignete Beigabe, vor allem von Phosphat und Kalk, zu ergänzen, und erzeugt nährstoffarmes und geringwertiges Futter und auch dies noch nicht einmal in der Menge, wie es möglich und wünschenswert wäre; auf den unbewässerten stark humosen und moorigen Wiesen wird auch die Düngung mit Kalisalz oder Holzasche erforderlich sein, während die in verständiger Weise mit dem Granitwasser bewässerten Flächen dieser Düngung nicht bedürfen, wie ausgedehnte Wässerungswiesen im Odenwald und Schwarzwald durch ihre hervorragenden Erträge bestätigen. Die Neuzeit hat die sehr lobenswerte Bestrebung, das alte einheimische Odenwälder Landvieh, das jetzt kaum noch vorhanden ist, wieder rein zu züchten und zu verbessern, gezeitigt; dabei möge man sich daran erinnern, daß ohne gutes Wiesenfutter kein gutes Vieh auf billige Weise zu erzielen ist, und daß demnach der Verbesserung des Viehes die Verbesserung der Wiesen voranzugehen hat. Durch sachgemäße Entwässerung, Bewässerung und Düngung lassen sich die Erträge vieler Wiesengründe noch sehr heben und viel größere Mengen besseren und billigeren Futters als jetzt erzielen; wir nennen nur beispielsweise die Wiesen von Erlenbach und Linnenbach, Blatt Lindenfels. (Vergl. Erl. zu diesem.)

Als Vorarbeit für eine später vorzunehmende landwirtschaftlich-statistische Bearbeitung unseres Gebietes haben wir nach den Erhebungen von 1892 die Verteilung von Acker, Wiese und Wald in den einzelnen geolo-

gischen Gebieten berechnet und festgestellt, daß im Granitgebiet benützt werden als

| Acker | Wiese | Wald | Weinberg |
|---|---|---|---|
| 38% | 13 | 41 | 0,3% der Gesamtfläche. |

Ähnlich wie im Odenwald sind die Bodenverhältnisse im Schwarzwald und den Vogesen; in der großartigsten Ausdehnung finden sich Granit und Gneiß- und Schieferböden in Frankreich im Plateau central und der Bretagne, wo sie ein Fünftel der Gesamtfläche des ganzen Landes mit etwa 100000 qkm einnehmen. Auch hier finden sich fast ausschließlich sandige kalireiche Böden mit geringem Kalk- und Phosphorsäuregehalt. Nach den Untersuchungen von Lechartier (Cartes agronomiques du Canton Renon, Rennes 1900) enthalten die dortigen Granitböden:

| $CaO$ | | $K_2O$ | | $P_2O_5$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{0{,}03}{0{,}18}$ | 0,08 | $\frac{0{,}35}{0{,}54}$ | 0,43 | $\frac{0{,}07}{0{,}20}$ | 0,11%. |

Der Kalkgehalt ist hier noch geringer als im Odenwald. Gewaltige Flächen auf den Hochebenen waren früher noch weit mehr als jetzt mit Heidekraut, Ginster, Farnkraut, Binsen und Sauergräsern bewachsen und bildeten die berüchtigten «Landes», die hin und wieder durch Schiffel- und Brennkultur, oder bis vor 40 Jahren fast ausschließlich durch Schafweide genützt wurden. Seitdem man erkannt hat, daß diese Flächen mit stark humosem Boden durch Verwendung von Kalk und gemahlenem Rohphosphat, von dem Risler schon 1850 feststellte, daß es durch Humussäure gelöst wird, und entsprechende Kultur in tragbare Äcker, Wiesen und Weiden verwandelt werden können, hat die Kultivierung der «Landes» große Fortschritte gemacht. Die durch Schiffelkultur genützten Flächen hatten früher einen Wert von 100 bis 200 Fr. das Hektar; durch Kultivierung und Düngung erreichen sie in 4 Jahren einen Wert von etwa 2000 Fr. bei Aufwendung von 200—300 Fr. Meliorationskosten. Muntz und Girard (Les engrais, II. Bd.) geben an, daß man nach dem alten Verfahren der Schiffel- und Brennkultur erntete 766 kg Roggen vom Hektar, bei Düngung mit Rohphosphat dagegen 1950 kg, und daß man bei Kalk- und Phosphatdüngung auch Weizen bauen kann, welcher ohne dieselbe nicht gedeiht. Man giebt bei der ersten Kultur des Landes 1000 bis 3000 kg Rohphosphat auf das Hektar, später jedes Jahr 400 bis 500 kg. In der Neuzeit verwendet man auch Thomasschlacke; beide Phosphate wirken besser als Superphosphat.

Wir hatten im Jahrgang 1900 des «Kulturtechnikers» Heft 2 die Melioration der Domäne Faillades und die dabei auf den Granit-Äckern und -Wiesen erzielten Erfolge nach französischer Quelle geschildert.

Leider ist das Hauptmeliorationsmittel, der Kalk, in vielen Teilen dieses großen Gebietes in Frankreich nur selten vorhanden, und es ist daher die Erbauung von Eisenbahnen, welche zu billigen Frachtsätzen das «Manna des Granitbodens», wie Vidalin in seiner Beschreibung der Landwirtschaft des Centralplateaus den Kalk nennt, bis zu den höchstgelegenen Ortschaften hinaufschaffen, und die hier Meliorationsbahnen in des Wortes eigenster Bedeutung genannt werden können, von größter Wichtigkeit. In der Bretagne wird der kalkreiche Meeresschlick (Maërl und Tangue mit 25 bis 85% kohlensaurem Kalk) auf der Achse in das Innere gefahren und in einer Stärke von 14 bis 15 cbm per ha zur dauernden Melioration der kalkarmen Granit- und Schieferböden verwendet. Auffallend unterscheidet sich dieser Küsten-Streifen zwischen Brest und St. Malo von 12 bis 20 km Breite, der der «goldene» genannt wird (ceinture dorée), durch die Höhe der Erträge seiner Äcker und den üppigen Graswuchs seiner Wiesen und Weiden von dem dahinter liegenden Lande, in welchem die Transportkosten des Mergels zu hoch sind, als daß man ausgedehnten Gebrauch davon machen könnte. Mit großartigem Erfolg verwendet man auch hier bei Kultivierung der humusreichen Heiden oder auf Wiesen und Weiden schon seit langen Jahren gemahlenes Rohphosphat und in der Neuzeit auch Thomasschlacke, in der Menge von 500 bis 600 kg per ha, worauf wir schon vor Jahren hingewiesen haben[1]. In der neuesten Zeit wurde ja auch bei uns die gute Wirksamkeit des rohen Algierphosphates auf sauren mit Heideplaggen gedüngten Sandäckern durch Immendorf nachgewiesen; in Frankreich ist dies schon seit langen Jahren durch die große Praxis anerkannt, wie z. B. in 1878 die Juri de concours d'Irrigation feststellte, daß durch Düngung der bewässerten Granit-Wiesen mit Kompost und Rohphosphat (400—600 kg) alle 3 Jahre sich von 2000 kg auf 6000 kg hätte steigern lassen, während sich auch die Qualität sehr verbesserte.

Vidalin teilt auch im Anfange der 80er Jahre mit, daß viele Besitzer ihren Pächtern und Halbpächtern Heu zu verkaufen gestatten, wenn dieselben für den Erlös Phosphat kaufen und dieses auf den Wiesen verwenden.

Das Wasser des Granitgebietes wird in Frankreich wie auch bei uns

[1] Zweckmäßigste Behandung von Wiesen und Weiden, Verl. von F. Telge, Berlin-Schöneburg, 1895.

für die Bewässerung sehr geschätzt; man sammelt die geringen Mengen, welche die kleinen Quellen liefern, in Sammelteichen, deren selbstthätigen Verschlüsse das Wasser in starkem Strome abfließen lassen, sobald der Teich gefüllt ist. Doch ist selbstredend auch dieses Wasser kalkarm und erzeugt auch kalkarmes Futter. Nach Barral enthält das Heu der Wiesen in der Haute-Vienne nur 0,7% CaO, während nach Wolf 1,06% darin vorhanden sein soll, so daß auch hierdurch die Wichtigkeit der Kalkdüngung bestätigt wird.

Vor Jahren hat Sanson darauf aufmerksam gemacht, daß die in einer Gegend einheimischen Viehrassen um so kleiner sind, je kalkärmer der Boden ist. Das Vieh des Centralplateau, die gelbe Rasse Limuosine, ist klein mit feinem Knochengerüst und Horn; auf den kalkigen Ebenen der Garonne ist dieselbe Rasse viel gröber mit dickeren Knochen, schwerem Kopf und Horn. Das Vieh der Bretagne (Rasse Bretonne morbihannaise) ist ebenfalls klein; die Bullen haben 1,05 m Größe, Kühe nur 95 cm bei einem Maximalgewicht von 300 kg, Ochsen werden 1,25—1,30 hoch und 500 bis 600 kg schwer. Auch die Rasse der Granit-Inseln Yersey und Guernsey dürfte hier zu nennen sein. Von unseren Rassen ist hier zuerst die des «Hinterwäldler-Rindes», welche im südlichen Schwarzwald auf meist armseligen Weiden des Granit- und Gneißterrains gehalten wird, zu erwähnen. Es ist dies eine kleine Abart des auf dem badischen und württembergischen Muschelkalk so schön gedeihenden großen Simmenthaler Rasse. Die Kühe sind 1,2 m hoch und wiegen bis zu 400 kg. Im Amtsbezirk Schönau südlich des Feldberges sind hier in 56 Gemarkungen ca. 7000 ha Weideflächen auf Gneiß und Granit vorhanden (34,7% der Gesamtfläche), welche selbstverständlich für die dortige Viehzucht von außerordentlicher Wichtigkeit sind, aber sich leider zum guten Teil in recht schlechtem Zustande befinden, so daß die Gr. badische Regierung in 1888 eine umfassende Enquête über den Zustand dieser Weidfelder anstellen und Vorschläge über die Verbesserung dieser Flächen und die Maßnahmen für anderweitige Verwertung der als Weide nicht mehr benützbaren Flächen ausarbeiten ließ, die in einem sehr ausführlichen und sachgemäßen Bericht vom Jahre 1889 niedergelegt sind. Die höchstgelegenen Weidflächen, sog. «Hochweiden», liegen auf dem Rücken der aus Granit und Gneiß aufgebauten Gipfel und Abhängen des Schauinsland, Belchen, Feldberg, Seebuck etc.; die «Thalweiden» auf den oft sehr steil geneigten Abhängen des Wiesenthales und seiner Nebenthäler. Diese Flächen wurden früher noch vielmehr als jetzt

wo die Handarbeit infolge des Aufschwunges der Industrie immer teurer wird, geschorbt, d. h. zu Erzielung einiger Getreide- und Kartoffelernten, ungebrochen, wodurch selbstredend die Bodenkraft durch Ausraubung aufgezehrt und der Boden selbst durch Ausschlämmung sehr verschlechtert wird.

Auf den Hochweiden sammelt sich der saure Humus stark an, und das Borstengras (Nardus stricta), das nur jung vom Vieh gefressen wird, beherrscht das Terrain fast vollständig, einige Stengel von Anthoxantum odoratum, Aira und einige Kräuter wachsen dazwischen; in den feuchten Terrainfalten finden sich Moore, die mit Torfmoosen, Wollgras (Eriophorum vaginatum) und Juncaceen bestanden sind. Gute Gräser finden sich wieder, wo die Flächen mit dem Wasser der hochliegenden Quellen bewässert werden. Trockene Flächen im Granit sind vollständig verheidet; tiefe Runsen durchziehen vielfach das Terrain. Auf den Steilhängen der Thalweiden liegen die Verhältnisse noch schlimmer, indem hier die schwache Grasnarbe mit der dünnen Humusschicht durch die Weidetiere, welche auch noch in viel größerer Zahl aufgetrieben werden, als nach dem Bestand der Weidflächen statthaft sein sollte, losgetreten und dann durch die starken Regengüsse abgeschwemmt werden, so daß die Bewaldung für viele Flächen jetzt schon dringend erwünscht wäre, um dieselben vor der gänzlichen Verwüstung zu schützen. Ein Hektar Schwarzwaldweide soll nicht mehr als 300 kg Heu im Durchschnitt liefern, und es ist davon ca. 1,27 ha per Stück Großvieh vorhanden, während die Wiesen, welche selbstverständlich die Hauptfuttermasse bringen müssen, 4500 kg Heu liefern; auf ein Stück Großvieh entfallen davon 0,25 ha. Ackerbau ist nur sehr wenig vorhanden, kann also auch für die Ernährung des Viehes nur geringen Zuschuß leisten, so daß diese nur eine sehr dürftige oder ungenügende sein kann. Die Wiesen werden überall mit dem Wasser der Bäche gewässert und sind meist in gutem Zustande; indessen wären auch hierin an manchen Orten noch beträchtliche Fortschritte durch bessere Regelung der Verteilung des Wassers auf die einzelnen Flächen und auch vielfach durch bessere Entwässerung zu erzielen. Vor allem wäre aber durch Versuche festzustellen, ob nicht durch ausgedehnte Verwendung künstlicher Düngemittel, vor allem von Kalk und Phosphat auf den mineralischen Böden der Wiesen und Weiden und auf den moorigen und torfigen Böden in Verbindung mit Kalisalzen der Ertrag dieser Flächen und die Rentabilität der Viehhaltung gehoben werden könnte, worauf auch schon Prof. Neßler an der Hand der Analysen einer Anzahl Böden des Schwarzwaldes wiederholt hingewiesen hat.

In den höheren Lagen des Schwarzwaldes entstehen durch den starken Regenfall und die geringere Wärme begünstigt vielfach Moorbildungen, die als Wiese und Weide genützt werden und mit Moos und schlechten Gräsern bestanden sind; auch verursacht wohl die stellenweise außerordentliche Kalk- und Phosphorarmut des Bodens und Wassers eine ebensolche des Futters der Weiden und gewässerten Wiesen, welche dann vielleicht im Verein mit andern noch nicht erkannten Umständen bei dem Vieh die sogen. Hinschkrankheit verursachen. Dieselbe tritt auf ganz bestimmten meist an der Grenze zwischen Granit und Gneiß liegenden Höfen auf und besteht in einer ungenügenden Ausbildung des Knochengerüstes. Nach Neßlers Untersuchungen ist das Futter der Hinschhöfe arm an Kalk und Natron, und das Wasser enthielt fast gar keine gelösten Salze. Durch Fütterung von kalkreichen Futtermitteln und Kochsalz und durch Düngung mit Kalk und Phosphorsäure soll sich in den letzten Jahren das Übel sehr vermindert haben. Nach unseren Erkundigungen werden übrigens saure Wiesen jetzt schon öfter mit Thomasschlacke gedüngt; allerdings ist diese Düngung noch längst nicht so verbreitet, als dies nach der Bodenbeschaffenheit erforderlich wäre. In früheren Jahren wurde, wie bereits erwähnt, der kalkreiche Rheinschlick viele Kilometer weit aus dem Rheinthale auf die kalkarmen Böden des Schwarzwaldes hinaufgeschafft; seit Regulierung des Rheins ist derselbe wohl nicht mehr bequem zu gewinnen und außerdem die Arbeit zu teuer geworden, so daß man zur Düngung jetzt gebrannten Kalk oder Gips, welch letzterer ja auf nicht zu nassen und sauren Böden oft von guter Wirkung ist, verwendet.

In den Vogesen erzeugen ähnliche Boden- und klimatische Verhältnisse auch ähnliche landwirtschaftliche Zustände wie im Schwarzwald und wohl auch, soweit sich dies nach Beschreibungen beurteilen läßt, in den französischen Granitgebieten. Der Boden ist gleichfalls sandig grusig, kalkarm und kalireich. Grandeau giebt eine Analyse eines Granitbodens von Gérardmer in den Vogesen:

| $FeAl_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | Unlösl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9,28 | Spur | 0,34 | 0,31 | 0,0 | 0,23 | 70,6 % |

Der hohe Phosphorgehalt ist wohl eine Ausnahme. Die Wiesen in den Thälern sind fast überall — soweit uns dieselben bekannt geworden sind — gut bewässert; öfter finden sich meisterhaft gebaute und unterhaltene Anlagen in Hang- und Rückenbau. Im Grasbestand überwiegen

leider vielfach Honiggras (Holcus lanatus) und Agrostis vulgaris, doch finden sich auch noch häufig Knaulgras (Dactylis glomerata) und Wiesenschwingel (Festuca pratensis), mitunter auch Leguminosen in ziemlicher Anzahl, deren Wachstum durch die dort überall übliche Düngung mit Holzasche sehr befördert wird. Die Wiesen sind neben dem Holz die hauptsächlichste Hülfsquelle der Gebirgsbewohner.

Hervé Magnon hat eine solche Wässerungswiese des Granitgebietes zu Habeaurupt (Gemeinde Plainfaing) im oberen Meurthethal untersucht (Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations, 1869), welche teils in Hangbau, teils in Rückenbau angelegt ist und mit dem Wasser der im Granitgebiet entspringenden Meurthe gewässert wird. Bei der Winterwässerung wurden per Sekunde und ha 312 l aufgeleitet, im Frühling und Sommer nur 49 l. Der Boden enthielt 0,1 % und weniger Kalk, 6,0 bis 14,5 Glühverlust und 0,14 bis 0,26 Stickstoff. Der Ertrag an Heu und Grummet betrug 9300 kg, wobei die Fläche keinerlei Dünger erhielt. Drei untersuchte Proben des Meurthewassers enthielten im lit.

| Stickst. | CaO | Alkalien |
|---|---|---|
| 22 | 2 | 3 mgr. |

Im Heu wurde festgestellt im Mittel von 6 Untersuchungen

| | I. Schnitt | II. Schnitt | nach Wolff mitt. Wiesenheu |
|---|---|---|---|
| Asche | 6,6 % | 9,6 % | 6,0 % |
| N. | 1,0 | 1,7 | 1,55 |
| bei Wassergehalt | 22,6 | 20,0 | 14,3. |

Die Rinderrasse der Vogesen ist schwarz gefärbt mit weißem Rücken, die Kühe sind 110 bis 120 cm hoch und wiegen 400 bis 450 kg.

Ebenso finden sich hier häufig moorige und torfige Wiesen. Auf dem Kamme des Gebirges und auch sonst auf den Gipfeln der Berge liegen Weideflächen, deren Bestand ebenso wie auf dem südlichen Schwarzwald zu 9/10 aus Borstengras gebildet wird, während daneben noch Agrostis vulgaris, Calunna vulgaris und Vaccinium vitis idaea und andere zum Teil alpine Pflanzen vorkommen.

Fast denselben Bestand weisen der Hauptsache nach auch die Almenweiden auf dem Kamm des Riesengebirges auf (Hans Schreiber, Die Wiesen der Randgebirge Böhmens, Staab 1898), so wie sich auch ganz ähnliche Bodenverhältnisse finden im Fichtelgebirge (Dr. C. W. Gümbel: Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, Gotha 1879) und auf dem

Erzgebirge, worüber die betreffenden Blätter der geologischen Karte des Königreichs Sachsen in 1 : 25 000 zu vergleichen wären.

Eine sehr eingehende Studie über die Wiesen im Granitgebiet der Haute-Vienne hat Barral in seinem Bericht über den Wettbewerb der Wiesenbewässerungen in den Jahren 1877, 78 und 79 veröffentlicht (Les prairies et les irrigations de la Haute Vienne, rapports adressés à M. le ministre de l'agriculture, Paris 1884). Ebenso wie im Odenwald werden in diesem Granitgebiete wohl auch andere Gesteine als normaler Granit vorhanden sein, es werden nur ganz nebenbei genannt Granitit und Diorit. Leider sind die Bodenverhältnisse nicht detailliert untersucht, so daß wir darüber nicht genügend unterrichtet sind. Im ganzen wurden Proben von 41 Wiesen (teils Heu, teils Grummet) entnommen, welche sich in sehr verschiedenem Kultur- und Düngungszustande befanden. Die sehr ausführlichen Analysen geben folgenden Nährstoffgehalt in der Trockensubstanz im $\frac{\text{Minimum}}{\text{Maximum}}$ Mittel:

| | Stickstoff, | Rohproteïn, | Fett, | N. freie, Extraktst. | Rohfaser, | Asche, | Nährstoffverhältnis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Minimum / Maximum | $\frac{1{,}01}{2{,}39}$ | $\frac{6{,}31}{14{,}94}$ | $\frac{1{,}20}{6{,}70}$ | $\frac{38{,}8}{67{,}0}$ | $\frac{21{,}0}{27{,}1}$ | $\frac{5{,}0}{11{,}3}$ | $\frac{1:9{,}7}{1:3{,}5}$ |
| Mittel | 1,56 | 9,75 | 3,20 | 55,0 | 24,7 | 7,3 | 1 : 5,0 |
| | [1,9 | 11,2 | 2,4 | 49,5 | 30,7 | 7,1 | 1 : 4,7] |

nach Lehmann, Heu von guten Gräsern.

Die von Barral untersuchten stickstoffärmsten Heusorten finden sich auf armen, nur mit Quellwasser angefeuchteten und sonst nicht gedüngten Böden, während das stickstoffreichste Heu auf Wiesen gewachsen war, welche stark mit Stallmist gedüngt oder reichlich mit Jauchewasser berieselt wurden. Eine gut bewässerte Wiese eines Gutes lieferte 6000 kg Heu per ha, eine andere, bewässert und reichlich mit Stallmist gedüngt, dagegen 10000 kg, an Rohproteïn dagegen wurde geerntet von der ersten 379 kg, von der zweiten dagegen 1490 kg. Der starke Einfluß der Stallmistdüngung auf den Proteïngehalt ist kein zufälliger, sondern läßt sich in vielen Fällen nachweisen. Bei acht in dieser Art gedüngten und ebensoviel ungedüngten Flächen schwankt N.-Gehalt und Ertrag im Heu:

| gedüngt | | | | ungedüngt | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N.-Gehalt | | Ertrag pro ha | | N.-Gehalt | | Ertrag pro ha | |
| $\frac{1{,}8}{2{,}4}$ | 2,08 % | $\frac{3800}{10000}$ | 6250 kg | $\frac{1{,}10}{1{,}24}$ | 1,12 | $\frac{1200}{2700}$ | 2050 kg |

Die Stallmistdüngung verdreifacht den Ertrag an Heu und hebt in diesen Fällen die Ernte Proteïn bis auf das sechsfache. Wenn dann auch im starkgedüngten Heu etwas weniger Stickstoff als Eiweiß vorhanden ist als im mehr normal gewachsenen, so ändert das an den Verhältnissen wenig. Die Analysen zeigen auch, daß auf Wiesen mit geringen Böden durch entsprechende Anfeuchtung und Düngung mit Stallmist, Jauche und Rohphosphat hohe Ernten sehr eiweißreichen Heues erzeugt werden können.

Die Mittelzahl für den Fettgehalt aller Analysen ist recht hoch; die höchsten Einzelwerte 4,5 % und 6,7 % beziehen sich auf Grummet. Das mittlere Nährstoffverhältnis 1 : 5,9 bleibt gegen das von Lehmann für gute Gräser angegebene erheblich zurück, was mit der Erfahrung übereinstimmt, daß gehaltloses Rieselwasser (hier meist Quellwasser), wenn auch üppigen Graswuchs, so doch proteïnarmes Heu erzeugt. Das Heu der am besten gedüngten Wiesen hat ein Nährstoffverhältnis 1: 3,5, was dem des Kleeheu gleich ist; das Heu mit dem weitesten Verhältnis der Roh-Nährstoffe stammt von ungedüngten, mit nährstoffarmem Quellwasser berieselten Wiesen mit schlechtem, kiesig-sandigem Boden.

An Aschenbestandteilen weisen die 41 Analysen im Heu nach:

| % Ges. Asche | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ | $Na_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| 5,03 7,35 | 0,23 0,63 | 0,06 0,32 | 0,48 1,18 | 0,07 0,31 |
| 11,19 (6,9) | 1,32 (1,08) | 0,73 (0,44) | 2,87 (1,96) | 1,55 (0,25) |

| $SiO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $Cl$ |
|---|---|---|---|
| 0,22 1,59 | 0,18 0,43 | 0,14 0,25 | 0,25 0,75 |
| 2,92 (1,96) | 0,68 (0,5) | 0,44 (0,32) | 1,55 (0,41). |

Die Zahlen in Klammern ( ) geben die Mittelwerte für gute Gräser nach Mentzels Kalender. Der mittlere Kalkgehalt des Heues aus dem Granitgebiet ist wesentlich geringer als der für gute Gräser im Kalender angegebene; ebenso bleibt noch der Phosphorsäuregehalt zurück. Der höchste Gehalt an Kalk und Phosphorsäure findet sich bei den Flächen, die mit Kalk und Phosphat regelmäßig gedüngt werden. Auf den reichen Wässerungswiesen der Provence mit Kalkboden beträgt freilich der Kalkgehaltdes Heues 0,44 bis 3,5 %, öfter also das Zwei- bis Dreifache des Heus aus dem Granitgebiete, wie Barral in anderen Veröffentlichungen gezeigt hat. Der Magnesiagehalt ist etwas höher, als hier im Durchschnitt angenommen wird.

K a l i ist im Mittel reichlich vorhanden; vom Gewicht der Asche macht es im Min. 9 %, im Max. 30 % aus, während Kalk ($CaO$) nur zwischen 3 % und 15 % schwankt. Um das Verhältnis, in welchem die Basen vorhanden

sind, auszudrücken, kann man den Sauerstoff, welcher im Mittel in den vorhandenen Prozenten enthalten ist, berechnen:

| | | |
|---|---|---|
| Sauerstoff in $K_2O$ | = | 0,251 |
| $CaO$ | = | 0,179 |
| $Na_2O$ | = | 0,079 |
| $MgO$ | = | 0,072 |
| Sa. | | 0,581. |

Danach entfällt fast die Hälfte auf das Kalium.

Der Phosphorsäuregehalt bleibt im Mittel nur wenig hinter dem normalen zurück; das Heu der ungedüngten Flächen ist überall arm daran, während das der mit Rohphosphat gedüngten Wiesen öfter beträchtlich über das normale steigt.

In den übrigen Aschenbestandteilen weicht das Heu der Wiesen der Haute-Vienne nur wenig vom normalen ab; und es zeigt dies, daß das Heu ungünstig zusammengesetzter Böden durch geeignete Melioration und Düngung auch in Bezug auf seine Aschenbestandteile verbessert wird, so daß es auch für die verschiedenen Zwecke mit besserem Erfolg verwendet werden kann.

In dem auf Gneis und Granitboden des Schwarzwaldes gewachsenen Heu fand Neßler (Landw. Wochenbl. 1899)

| | Kali | | | Mittel nach Wolff |
|---|---|---|---|---|
| im Gneisboden | 0,7 bis 2,3 %, | Mittel | 1,43 | 1,60 |
| „ Granitboden | 1,1 „ 3,4 „ | „ | 2,15 | „ . |

Wiesen, die mit dem Wasser von Granit und Gneis bewässert werden, brauchen dort keine Kalidüngung; dieselbe kann aber vor allen auf den oberen Teilen stark abhängiger Wiesen mit Gneisboden nötig werden, wo durch das Wasser kein Kali zugeführt wird, da es schnell oberirdisch abfließt.

## X. Die Böden des Rotliegenden.

Im Odenwald liegen die aus Sandsteinen, Schieferletten und Konglomeraten bestehenden Schichten des Ober-Rotliegenden unmittelbar auf dem Granit auf, aus dessen Schutt sie auch entstanden sind. Sie decken nur einen schmalen Streifen, der sich mit Unterbrechungen auf der Grenze zwischen Granit und Buntsandstein hinzieht und vielfach von Abhangschutt verdeckt wird. Die Böden sind nach ihrer mechanischen Beschaffenheit dem Granit ähnlich; ein schwerer Lettenboden von Ober-Kainsbach enthielt

bei 26 $^0/_0$ feinsten Teilen 8,3 $^0/_0$ Thon. Der Kalkgehalt ist in Ackerkrume und Untergrund nur gering, und dadurch die physikalische Beschaffenheit der meist schweren Böden besonders ungünstig.

Die chemische Untersuchung zeigt deutlich, daß diese Böden denen des Granit sehr ähnlich sind durch den hohen Gehalt an Kali (0,43 $^0/_0$) und Natron. Der Phosphorsäuregehalt ist ein mittlerer (0,1), die Absorption gut. Da die den Buntsandstein durchsickernden Meteorwässer zum Teil auf den Letten zu Tage treten, so sind diese Böden an vielen Stellen drainagebedürftig. Die bereits oben beschriebenen Böden des Quarzporphyr gehören gleichfalls in diese Formation.

## XI. Böden des Zechsteins.

Der Zechstein bildet ebenso wie das Rotliegende ein schmales Band von Mittelkinzig bis fast nach Heidelberg. Die Böden sind ebenfalls nur in geringerer Ausdehnung vorhanden, doch ist die Formation für die Landwirtschaft wichtig, weil der Zechsteindolomit den für die Versorgung der kalkarmen Böden so dringend notwendigen Kalk in größter Menge liefern kann, wie bereits oben erwähnt. Analysen des festen Dolomites sind in Tabelle IIIb aufgeführt; die obersten Schichten desselben zerfallen in einen Grus «Dolomitasche», ohne daß sich dabei die Zusammensetzung wesentlich ändert, wie die Analyse des Vorkommens von Ober-Kinzig in Tab. IIIb deutlich zeigt.

Die in dieser Formation vorhandenen Böden sind teils übermäßig reich an Kalk (25 $^0/_0$), Magnesia (12,6) und Kohlensäure (30,9), so daß sie direkt als Mergel Verwendung finden könnten, oder sie sind verhältnismäßig arm an Kalk (0,4 bis 1,1 $^0/_0$) und reich an Mangan. Sie sind auch sehr reich an Feinboden (93—96 $^0/_0$), feinste Teile sind aber ebenso wie Thon nur in mäßiger Menge vorhanden. Es sind ziemlich rotgefärbte schwere Lettenböden, die oft an Nässe leiden und der Drainage bedürfen, aber nur in sehr geringer Ausdehnung vorkommen.

## XII. Böden des Buntsandsteins.

An Bauschanalysen der Gesteine sind vorhanden:

su: von der Kellerquelle bei Heidelberg, sandig, schwach thoniges Stück nach Dittrich (Die Quellen des Neckarthales bei Heidelberg, Mitteilungen der Gr. badischen geolog. Landesanstalt, Bd. IV, 1. Heft, 1900);

$sm_2$ Pseudomorphosensandstein von der Molkenkur bei Heidelberg nach Thürach, Erl. z. Bl. Heidelberg;

$sm_3$, oberer Pseudomorphosensandstein von Seckmauern, Erl. z. Blatt König, S. 33;

$sm_4$ kieseliger Sandstein vom Kugelhorizont bei Wörth, ebenda;

$sm_5$ sandiger Letten vom Haberich, ebenda S. 34.

Der Kieselsäuregehalt ist am höchsten in $sm_4$, darauf folgt sogleich der ebenfalls als Bausandstein geschätzte $sm_2$, den geringsten $SiO_2$-Gehalt haben der Letten $sm_5$ und der thonige Sandstein su. Je weniger davon vorhanden ist, um so mehr Thonerde enthalten die Gesteine. Der Kalkgehalt ist überall sehr gering 0,0—0,1, nur $sm_5$ macht eine Ausnahme, enthält aber auch immer noch recht wenig (0,5 %). Bei ihrer Entstehung waren einzelne Gesteine jedenfalls ziemlich kalkhaltig, da die Hohlräume des Pseudomorphosensandsteines und die Kugeln des Kugelhorizontes damals mit Kalkspatkrystallen erfüllt waren, welche jetzt vollständig durch das durchsickernde Wasser aufgelöst und weggeführt sind.

Dolomitisch-sandige Schichten finden sich in den Schieferletten $su_1$ und oberen Pseudomorphosensandstein $sm_3$.

Die vorhandene Menge an Kali schwankt sehr stark; hohen Kaligehalt zeigen die Analysen des su und $sm_3$, was auf Vorhandensein erheblicher Mengen noch unverwitterter Feldspäte hindeutet. Recht gering ist der Kaligehalt des kieseligen Sandsteins $sm_4$, sowie auch der an Phosphorsäure in allen Gesteinen. Im Verhältnis zu der oft recht intensiven roten Farbe der Gesteine ist die vorhandene Eisenmenge gering.

so. Von den hierhergehörigen Gesteinen liegt uns nur eine Analyse des Rötthones von Neßler vor; derselbe enthält:

| | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in HCl löslich | 0,05 | 6,08 | 4,29 | 0,25 | 0,13 | 0,84 | 0,39 | 0,08 |
| „ „ unlöslich | 62,03 | 1,84 | 15,44 | 0,07 | 0,09 | 5,10 | 2,70 | 0,06. |

Einige andere Bestimmungen der Hauptnährstoffe in dem Röt des badischen Buntsandsteins von Villingen, Wertheim und Ettlingen veröffentlicht Neßler im badischen landwirtschaftlichen Wochenblatt 1897 Nr. 99 ff. Das mit Flußsäure aufgeschlossene Gestein enthielt in acht Fällen im $\frac{\text{Min.}}{\text{Max.}}$ Mittel %

| CaO | | $K_2O$ | | $P_2O_5$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{0,25}{5,7}$ | 2,0 | $\frac{0,1}{5,9}$ | 1,3 | $\frac{0,55}{0,14}$ | 0,11 %. |

Dieses Rötgestein wird in Baden und Franken zur Verbesserung der Weinberge verwendet, wobei die Bodenverbesserung jedenfalls eine physikalische ist durch den Thon (vielleicht auch die dunkelrote Farbe, welche die Erwärmung begünstigt), dann aber auch eine chemische durch Zuführung von $CaO$ und $K_2O$.

Wir hatten aus Rheinhessen einen ähnlichen Fall angeführt, wo man die roten Thonschiefer des Oberrotliegenden in Nierstein dem guten Lößboden bei weitem vorzieht und zur Verbesserung desselben in ausgedehntem Maße verwendet.

Die Sandsteine bestehen zum größten Teil aus Quarzkörnern; Feldspat und Glimmer ist meist nur wenig darin enthalten. Bei der Verwitterung zerfällt das Gestein in losen Sand; der frei werdende Thon wird leicht durch das Wasser weggeschlämmt, sobald die Oberfläche der Äcker nur einigermaßen Gefälle hat, so daß meist nur reiner Sandboden übrig bleibt.

Die Ackerböden des unteren Buntsandsteins treten selbstverständlich nur auf einem schmalen Streifen zwischen dem krystallinen Gebirge und dem Hauptbuntsandstein auf; an den meisten Stellen sind sie vom Abhangschutt ganz verdeckt oder doch damit stark vermischt; nur an wenig Stellen bedecken sie einigermaßen größere Flächen, so in den Gemarkungen Neustadt, Groß-Umstadt, Oberkainsbach, Langenbrombach, Rheinbach und Erzbach. Die untere Stufe, die Schieferletten, verraten ihre Anwesenheit meist nur durch den ausgezeichneten Quellenhorizont, der durch sie bedingt ist. Die beiden Schlämmanalysen 122 und 123 von Stellen, die rings um vom Granit umgeben sind, zeigen einen Lettenboden mit hohem Feinerdegehalt mit viel feinsten Teilen, welcher jedoch durch beträchtliche Mengen gröberen Sands des Granit und Buntsandsteins wesentlich gemildert ist. Der Thongehalt der mehr sandhaltigen Probe beträgt noch $5{,}2\,\%$. Die Wasserfassung steht über der vieler Granitböden, der Humusgehalt ist ein mittlerer. Kalk- und Magnesiagehalt ($0{,}15$ und $0{,}1$) sind gering, Kohlensäure ist nur in Spuren vorhanden. Nach der Nährstoffbestimmung ist $CaO$ und $MgO$ in etwas größerer Menge vorhanden, der Kaligehalt ist dagegen sehr gut ($2{,}25$); lösliche Thonerde und Kieselsäure sind nur in mäßiger, die Phosphorsäure in vollständig unzureichender Menge ($0{,}06$), Stickstoff dagegen mehr als ausreichend vorhanden. Die Absorption ist eine mittlere. Der Untergrund entspricht der Ackerkrume und macht systematische Drainierung wünschenswert; zu Wiese und Weide wären diese Böden vorzüglich geeignet, ebenso nach geschehener Entwässerung zu Acker.

Die nächste Stufe $su_2$, der Tigersandstein, liefert einen Sandboden; da das Bindemittel aber thonig und das Gestein feinkörnig ist, so entstehen daraus milde, sandige Lehmböden, die sehr reich an Feinerde sind; der Thongehalt der untersuchten Proben ist sogar höher als der der vorigen Gruppe (6,0), die Wasserfassung dieselbe. Danach wäre die physikalische Beschaffenheit dieser Böden keine ungünstige. In den meisten Fällen sind aber dieselben durch den mehr grobkörnigen Schutt der darüberfolgenden Stufen des mittleren Buntsandsteins verunreinigt und dadurch mehr sandig und schlechter, im großen und ganzen nehmen sie nur geringere Flächen ein, wenn sie auch für einzelne Gemarkungen durch ihre günstige physikalische Beschaffenheit von erheblicher Wichtigkeit sind, z. B. in Wahlen und Affolterbach.

Der Gehalt an CaO, MgO und $CO_2$ ist ebenso gering wie bei den vorigen; am Rande des Lößgebietes in Heppenheim und Groß-Umstadt wird dem Mangel hieran durch eingewehtes Lößmaterial in günstigem Maße abgeholfen (0,4 bis 3,3 % CaO).

Die Nährstoffbestimmung von No. 350 läßt hohen Gehalt an Kali (0,26), geringen an $P_2O_5$, Kieselsäure und Thonerde, dagegen hohen Stickstoffgehalt erkennen; die Absorption ist die eines lehmigen Sandbodens.

Der Untergrund ist auch hier der Ackerkrume ähnlich; folgt darunter das Gestein des Tigersandsteins in größerer Mächtigkeit, so ist der Boden sehr durchlässig; einzelne Lettenschichten können diese Durchlässigkeit verringern und auch den Boden physikalisch verbessern.

Böden des mittleren und oberen Buntsandsteins.

Die drei ersten Stufen $sm_1$ Eckscher Geröllhorizont, $sm_2$ Pseudomorphosen-Sandstein und $sm_3$ feinkörniger Sandstein mit Lettenbänken haben noch thoniges Bindemittel; es entstehen aus diesen Gesteinen echte Sandböden, bald etwas mehr grob-, bald mehr feinkörnig mit hohem Gehalt an Feinboden, 12 bis 14 % feinsten Teilen und meist geringerem Gehalt an Thon, Glühverlust und Humus. Die maximale Wasserfassung ist der der Granitböden ähnlich, öfter aber noch geringer, wogegen die minimale weiter heruntergeht und sich der des Flugsandes nähert (Steinkopf bei Heppenheim 13, Flugsand von Gau-Algesheim in Rh. 12). Der Untergrund ist der Ackerkrume entsprechend, in der Tiefe findet sich zerklüftetes, Wasser durchlassendes Gestein, so daß die Böden physikalisch sehr schlecht gestellt und für Anbau der Nadelhölzer viel besser geeignet sind als für Ackerbau. Wenn sich Lettenbänke an der Bildung des Bodens beteiligen (No. 247), so erhöht sich der Gehalt an feinsten Teilen wesentlich

und die physikalischen Eigenschaften gestalten sich viel günstiger. Beimischungen von Löß und Lehm, die auf den Höhen sehr weit verbreitet sind, machen vielfach den Boden erst kulturfähig.

Die darüber folgenden Schichten des grobkörnigen Sandsteins $sm_4$ haben wesentlich gröberes Korn und kieseliges Bindemittel; sie zerfallen in sehr feste Blöcke und bilden Felsenmeere auf den Abhängen. In reinem Zustande werden sie als Ackerland wohl nur sehr selten benützt. Die Analyse 307 zeigt einen dementsprechend grobkörnigen Sandboden (gemischt) mit sehr geringem Thongehalte (1,1%).

Die Schichten $sm_5$, Hauptgeröllhorizont, enthalten zunächst noch grobkörnige Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, aus welchem nur Böden geringster Qualität entstehen können; dieselben sind wohl überall bewaldet. Über diesen Schichten folgen nochmals mürbe lockere Sandsteine mit Zwischenlagen von Letten, welche schwerere Böden bilden, wie No. 272 mit 2,7% feinsten Teilen und 2,2% Thon. Die Böden auf den Hochflächen sind oft durch mehr oder weniger starke Lehmbedeckung und Beimischung wesentlich verbessert. Schlämmanalyse 313 giebt die Zusammensetzung eines Sandbodens mit etwas Lehm.

Im oberen Buntsandstein $so_1$ finden sich zunächst weiche, thonige, leicht zerfallende Sandsteine, die Zwischenschichten mit Karneolbank und darüber kieselige Schichten mit vielen roten Lettenschiefern. Schlämmanalysen sind von zwei typischen Böden vorhanden, No. 252 einem schweren, zähen, steinfreien und sehr sandarmen Letten mit 52% feinsten Teilen aber nur 1,6% Thon, und einem vielleicht mit Lehm gemischten Sandboden von Haisterbachhof mit 26% feinsten Teilen, 30% Staub und 1,0% Thon.

Der eigentliche Röt $so_2$ ist im untersuchten Bezirk nur sehr spärlich vertreten; er liefert schweren, kalten, drainagebedürftigen Thonboden, welcher nicht näher untersucht ist.

Der Kalkgehalt der Ackerkrume im mittleren und oberen Buntsandstein ist in allen Schichten sehr gering, er schwankt von 0,005% bis 0,19% und beträgt im Mittel 0,07%. Magnesia ist gleichfalls sehr wenig, Kohlensäure nur in Spuren vorhanden. Untergrund und Gesteinsgrus enthalten ebenfalls nur sehr geringe Mengen, oft noch weniger als die Ackerkrume.

In der Nähe des Löß- und Flugsandgebietes wird durch Überstreuung mit kalkreichem Material der Kalkgehalt dieser so armen Böden oft in höchst erwünschter Weise erhöht. ($su_2$ von Heppenheim hat z. B. 3,3 CaO

und 2,3 $CO_2$.) Der Lehm dagegen verbessert wohl die physikalischen Eigenschaften des Bodens, da er aber selbst fast kalkfrei ist, so sind die weitverbreiteten Mischböden desselben mit Buntsandstein fast ebenso kalkarm wie die reinen Sandsteinböden und bedürfen ebensosehr der künstlichen Kalkzuführung wie die letztern.

Die sogen. Nährstoffbestimmung (Auszug mit erwärmtem 10% HCl), sowie die von Dr. Sonne ausgeführten Analysen, bei welchen der Boden mit Salzsäure gekocht wurde, weisen einen etwas höheren Kalkgehalt nach als die oben genannten Kalkbestimmungen. Der Boden ist ferner ärmer an Eisen, als man nach seiner roten Färbung meinen sollte; lösliche Thonerde ist in eigentlichen Sandböden nur wenig vorhanden, die mit Lehm gemischten oder aus Schichten mit thonigem Bindemittel entstandenen sind etwas reicher daran; ebenso ist der Gehalt an löslicher Kieselsäure meist gering (1,6 bis 4,2%). Die Lettenböden des unteren Buntsandsteins enthalten sehr reichlich lösliches Kali (0,25), die Sandböden des mittleren und obern sind dagegen kaliarm (im Mittel 0,08%). Infolge der Kalkarmut wird der im Dünger etc. aufgebrachte Stickstoff doch nicht so schnell in Salpetersäure oxydiert, als man nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens meinen sollte. Die organische Substanz häuft sich daher in feuchteren Lagen leicht in schädlicher Weise als saurer Rohhumus an und bereitet z. B. bei Bewirtschaftung der Waldböden Schwierigkeiten; infolge dessen ist auch der Stickstoffvorrat für die Intensität des Betriebes, welche auf diesen Flächen überhaupt möglich ist, ausreichend (in su 0,19%, in sm und so 0,13%). Phosphorsäure ist in allen Böden in unzureichender Menge gefunden worden (su 0,07, sm und so = 0,06), so daß die Düngung mit Phosphat überall ebenso nötig sein dürfte wie die mit Kalk und wie die Kalidüngung auf den Sandböden.

Die Absorption für Stickstoff ist bei den Sandböden entsprechend niedrig 22 (Diluvialsand 20), und steigt auch bei den schweren Lettenböden nur bis auf 43 (bessere Granitböden 70), No. 276 allein hat 63 infolge beträchtlicher Lehmbeimischung.

Sehr interessant sind die von Prof. Dietrich in Marburg ausgeführten Kulturversuche in Töpfen über die Aufschließung des aus unverwittertem Buntsandstein hergestellten Sandes durch die Wurzeln der Leguminosen und Getreidearten (Jahrbuch der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Bd. 14, 1899, S. 465). Das gepulverte Gestein enthielt in konzentrierter Salzsäure löslich: CaO 0,21%, MgO 0,28%, $K_2O$ 0,11, $P_2O_5$ 0,07%. Bei regel-

mäßiger künstlicher Anfeuchtung wurden ohne jegliche Düngung geerntet auf $^1/_{10}$ qm Fläche die höchste Menge an Trockensubstanz von Vicia faba:

| Tr.-S. | darin: N. | CaO | Mgo | $K_2O$ | $P_1O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 53,9 gr | 2,03 gr | 0,88 gr | 0,41 gr | 0,57 gr | 0,38 gr. |

Die größte Kalkmenge assimilierte Lupinus hirsutus:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 28,9 | 0,46 | 0,94 | 0,32 | 0,76 | 0,42 |

und die größte Menge Phosphorsäure und Kali Vicia villosa:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 36,8 | 1,86 | 0,74 | 0,25 | 1,08 | 0,42. |

Weitere Versuche haben ferner gezeigt, daß auch die Gerste bei entsprechender Stickstoffdüngung im stande war, die für kräftiges Wachstum erforderlichen Mengen mineralischer Nährstoffe ebenso wie die Leguminosen zu assimilieren.

Das kompakte, unverwitterte Gestein ist aber den Wurzeln der auf dem Acker angebauten Pflanzen nur wenig zugänglich; indessen wird sich der durch den mechanischen Zerfall gebildete Grus ähnlich verhalten und den Pflanzen beträchtliche Mengen mineralischer Nährstoffe liefern können, sofern nur im Gestein reichliche Mengen von Feldspat oder sonstigen verwitterbaren Silikaten vorhanden sind, was nach unseren Analysen allerdings seltener der Fall zu sein scheint. Jedoch zeigen auch wieder die schönen Fichtenbestände auf den fruchtbaren Abhängen, daß es den Bäumen wenigstens an Nährstoffen nicht fehlt; an dem wichtigsten der Nährstoffe, dem Wasser, mangelt es auf den leichten Buntsandsteinböden mit durchlässigem Untergrunde gar oft, und es wird daher der Wert derselben für die landwirtschaftliche Nutzung durch die Lage des Grundwasserstandes und das von den physikalischen Eigenschaften des Bodens abhängige Verhalten gegen das Wasser bedingt.

Von großer Wichtigkeit sind in allen Gebieten mit geringem Boden und unsicherem Kleebau die Wiesen wegen der Sicherheit, mit welcher sie große Massen Futter billig erzeugen. Die Böden derselben sind fast steinfrei, und enthalten im Durchschnitte ebenso wenig Kalk $\left(\frac{0,04}{0,2}\ 0,09\,\%\right)$, Magnesia und Kohlensäure wie die Ackerböden; der Humusgehalt (2 %) ist jedoch im Mittel doppelt so hoch als der der letzteren, und der Glühverlust beträgt 4,8 %. Sie sind vielfach sumpfig, moorig, auch torfig. Die wenigen untersuchten Proben sind auch kali- und phosphorsäurearm. Recht schöne, seit lange bewässerte Wiesen finden sich in vielen Thälern; das Wasser aus der Buntsandsteinformation ist von Natur nicht so arm an Nährstoffen, wie dies oft behauptet wird, so daß es an vielen Thälern mit Vorteil und

am besten auf den warmen, durchlassenden Böden des Buntsandstein-Alluvium verwendet wird. An der oberen Enz und Nagold in Württemberg, welche dort ausschließlich aus dem Buntsandstein ihr Wasser erhalten, sind ebenfalls viele gute Wässerungswiesen vorhanden, welche oft 3 bis 4 Schnitte bringen. Man schätzt dort den Mehrwert einer bewässerten Wiese zu 3000 Mark für das Hektar im Vergleich zu einer unbewässerten in gleicher Lage (Verwaltungsbericht der Königl. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau 1895/97).

Bei der Verwendung warmen und kalten unfruchtbaren Quellwassers in den oberen Enden der Thäler und noch dazu auf an und für sich nassem und sumpfigem Boden können natürlich gute Gräser nicht erzeugt werden; hier ist vielmehr durch entsprechende Entwässerung, vorsichtige Benützung des Wassers zur Anfeuchtung und Düngung mit Kalk, Phosphat, vielleicht auch Jauche und Kainit guter Ertrag zu erzielen.

Der Boden der Äcker und Wiesen ist überall von geringer Güte, und die Dörfer, welche nur über reinen Sandsteinboden verfügen, sind die ärmsten der Gegend; sehr viel besser sind die mit Lehm bedeckten und gemischten Böden, welche auf den Hochflächen in großer Ausdehnung vorhanden und vielfach mit herrschaftlichem Wald bestockt sind, während die Bauern die starkgeneigten Abhänge mit reinem Buntsandsteinboden mühselig und mit geringem Erfolg bewirtschaften; besser sind auch die Böden, bei deren Bildung Lettenschichten beteiligt sind, was vor allem in den Horizonten $sm_3$ der Fall ist; die besten Böden der mitteldeutschen Buntsandsteinformation liegen auf dem Röt, dieser tritt aber leider im Odenwald fast gar nicht bodenbildend auf.

Nach den Erhebungen von 1892 werden vom Buntsandsteingebiet des hessischen Odenwaldes genutzt als

| Acker | Wiese | Wald | Weinberg |
|---|---|---|---|
| 27 % | 8 % | 63 % | 0,04 %. |

Der Anteil des Waldes erreicht von allen Formationen hier den höchsten Wert; das Verhältnis von Wiese zum Ackerlande ist sehr günstig und wird nur durch das im Granitgebiet übertroffen:

| | Wiese | | Acker |
|---|---|---|---|
| Buntsandstein | 1 | : | 3,4 |
| Granit | 1 | : | 3,1. |

Im badischen Schwarzwalde liegen die Verhältnisse ähnlich wie im Odenwalde. Die geologischen Aufnahmen in 1 : 25000 stellen fest, daß nach Südwesten zu bei Villingen, Königsfeld das Rotliegende und auch

der untere Buntsandstein, welcher im nördlichen Teile noch regelmäßig entwickelt ist, ganz verschwindet, so daß der mittlere Buntsandstein hier direkt auf dem krystallinen Gebirge auflagert. Die Flächen, welche der untere Buntsandstein im Norden des Landes einnimmt, sind nur klein und werden auch nur zum geringsten Teil als Acker genutzt, obgleich sie angeblich reicher an Kali und Thon sind und infolge dessen bessere Böden liefern als der mittlere Buntsandstein, welcher zwei Geröllschichten enthält mit zwischengelagerten Sandsteinen. Die Schichten des Eckschen Geröllhorizontes, die auch Lettenschichten einschließen und reichlich Feldspat und Thon enthalten, so daß die daraus entstehenden Böden ebenfalls wesentlich besser sind als die des Hauptbuntsandsteins, werden, wie auch im Odenwald, sehr häufig als Baumaterial verwendet. Die darüberfolgenden Schichten des Hauptgeröllhorizontes sind grobkörnige, kieselige Sandsteine, welche in sehr feste Blöcke zerfallen, die die Abhänge oft bis auf das Grundgebirge hinunter bedecken, so daß in diesen Lagen nur Hochwaldwirtschaft mit Selbstverjüngung möglich ist. Gegen Villingen hin schrumpft auch die mittlere Abteilung des Buntsandsteins sehr zusammen.

Im Gebiete des oberen Buntsandsteins liegen die Verhältnisse für den Ackerbau wesentlich günstiger; dünnplattige, leicht zerfallende Sandsteine, welche einen «gewissen» Kaligehalt besitzen sollen, bilden einen etwas besseren Ackerboden, vor allem dann, wenn sich Lettenschichten an der Bildung desselben beteiligen. Der Boden ist aber immer noch nährstoffarm (Untersuchungen fehlen leider) und kräftige Düngung überall erforderlich; diese Flächen liegen jedoch schon 700 bis 1000 Meter hoch und leiden sehr unter der Ungunst des Klimas, so daß auch hier der Wald eine große Verbreitung hat. Noch günstiger liegen die Verhältnisse an der Grenze des Muschelkalkes, wo der dem Buntsandstein mangelnde Kalkgehalt durch eingeschwemmte oder künstlich zugeführte Teile des Muschelkalkes ergänzt ist und auf einem mehr milden und warmen Boden zahlreiche gutgestellte Ortschaften vorhanden sind, während dieselben im eigentlichen Buntsandsteingebiete nur klein sind, und die Bewohner dem undankbaren Boden nur geringe Erträge abzuringen vermögen. Der Zechsteindolomit, welcher im Odenwald zu Düngezwecken so reichlich zur Verfügung steht, fehlt in Baden gänzlich. Wo Lehm und Löß an der Bodenbildung teilnehmen, sind die Böden sofort besser und die Erträge höher und sicherer.

In den Vogesen sind die Schichten des Rotliegenden immer aus dem anstehenden Gestein entstanden, so daß ihre Böden voraussichtlich denen

des Grundgebirges ähnlich sein werden; der Zechstein fehlt auch hier gänzlich, ebenso wie der untere Buntsandstein. Der Hauptbuntsandstein (Vogesen-Sandstein, grès des Vosges) ist ein reiner Quarzsandstein, welcher nur geringwertige Böden entstehen läßt, ähnlich denen des grobkörnigen Sandsteins $sm_4$ und $sm_5$ im Odenwalde und denen des Hauptbuntsandsteins und oberen Geröllhorizontes im Schwarzwalde. Grandeau hat zwei Analysen des Bodens mitgeteilt:

| | Unlösl. | Glühverl. | $Fe_2Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 94,4 | 3,2 | 0,46 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,02 |
| 2. | 93,0 | 4,1 | 1,18 | 0,0 | 0,27 | 0,09 | 0,06 | 0,09. |

Es ist klar, daß Böden von dieser Nährstoffarmut und so ungünstiger physikalischer Beschaffenheit nur durch Waldbau rationell ausgenutzt werden können, die wenigen meist auf der Sohle der Thäler gelegenen Äcker werden hier in höheren Lagen wie auch im Schwarzwalde in einer Egartenwirtschaft genützt, bei welcher mehrjährige Weide den Boden mit Stickstoff anreichert; bei dem dann folgenden Umbruch wird der angesammelte Vorrat durch Anbau von Kartoffeln, Roggen oder Hafer unter gleichzeitiger Düngung mit Stallmist und Holzasche und Kalk ausgenützt. Ob auch Phosphat oder vielleicht Kali in der Neuzeit verwendet wird, ist uns nicht bekannt geworden.

Das Hauptkonglomerat der Vogesen bildet mächtige Bänke, welche der Verwitterung trotzen und als scharfe Kante die Berge umsäumen, wie z. B. an der Heidenmauer auf dem Ottilienberge.

Die Wiesen in den Vogesen sind wie auch die im Schwarzwald fast überall bewässert und es ist nicht zu leugnen, daß die verständig eingerichtete und geleitete Bewässerung auf den trockenen sandigen Böden von vorzüglichem Erfolg ist und den Ertrag vielfach verdoppelt; es werden Erträge von 6 bis 7000 kg per ha genannt. An nassen Stellen ist aber zuerst gründliche Entwässerung geboten, was längst nicht genug beachtet wird. Da ferner das Wasser öfter sehr arm ist an Nährstoffen, so würden voraussichtlich an vielen Stellen Hülfsdüngungen vor allem mit Phosphat und vielleicht auch mit konzentriertem Kalisalz günstige Wirkung äußern. In ausgedehntem Maße wird seit langem Holzasche verwendet in Verbindung mit Kompost, welche von vorzüglicher Wirkung sind. Es wurde festgestellt, daß man damit schlechte Wiesen von 1500 –2000 kg Ertrag auf 5600 kg bringen könne, und daß auf von Natur feuchten Wiesen damit die beste Wirkung erzielt wird, während Bewässerung allein den Ertrag bloß auf 4300 und Kalisalz auf 4000 kg brachte.

## Die Böden des Muschelkalkes.

Das Gestein des Wellenkalkes, welcher als einziger Vertreter der Muschelkalkformation in der Senke von Michelstadt vorkommt, besteht aus einem magnesiaarmen Kalkstein, der in dünnen Platten mit wulstiger Oberfläche abgelagert ist. Am reinsten sind die obersten Schichten, «der Schaumkalk», mit nur $1{,}7\,^0/_0$ unlöslichen Beimischungen. Die Tabelle V enthält die Maxima und Minima der von Dr. Klemm in den Erläuterungen zu Blatt Erbach mitgeteilten Analysen, welche auch bereits oben angezogen wurden. Der unlösliche Rückstand des gewöhnlichen Wellenkalkes beträgt danach 4,0 bis $12{,}5\,^0/_0$. Das Gestein zerfällt leicht in kleine unregelmäßige Brocken, welche aber recht schwer weiter verwittern. Das kohlensäurehaltige Wasser löst das Karbonat von Calcium und Magnesium auf und läßt meist einen ziemlich zähen Thon zurück, der die vielen Gesteinsbrocken umschließt und einen durchlassenden, recht flachgründigen kalkreichen Thonboden über einem aus grobem Gesteinsgruse bestehenden Untergrunde bildet, wie dies bereits durch unsere Studien über die Böden des Göttinger Muschelkalkes festgestellt wurde.

In unserem Bezirk ist der Wellenkalk meist von Abhangschutt, Löß und Lehm überdeckt, bildet nur auf kleinen Flächen den Ackerboden und ist deshalb auch nur von geringer Bedeutung. Der Feinerdegehalt des Wellenkalkbodens ist gering ($67\,^0/_0$); die Feinerde ist aber meist reich an feinsten Teilen ($40-52\,^0/_0$) und Thon ($4-8\,^0/_0$) ist in mittlerer Menge vorhanden. Die Böden sind also zum Teil schwere Thonböden, welche allerdings durch den großen Gehalt an Kies sehr gemildert werden. Der Kalkgehalt ist im Mittel $7{,}6\,^0/_0$, die Kohlensäure ist dementsprechend hoch. Die Nährstoffbestimmung weist hohen Gehalt an Kali ($0{,}47\,^0/_0$) und geringen an Phosphorsäure nach (0,17). Die Absorption ist eine mittlere, der Stickstoffgehalt wohl infolge oft wiederholten Klee- oder Esparsettebaues recht hoch (0,17). Da der Untergrund aus grobem Grus und stark zerklüftetem Gestein besteht, die Ackerkrume auch nur wenig mächtig ist, so leidet der Boden sehr leicht durch Trockenheit und ist überhaupt ein sehr geringer Ackerboden, dessen Eigenschaften mit denen desjenigen aus der Gegend von Göttingen vollständig übereinstimmen, so daß auf die früheren Untersuchungen verwiesen werden kann.

Es fehlen über dem Wellenkalk alle jüngeren Schichten bis zum Pliocän, welches teils als schwerer, steinfreier und kalkarmer Thon oder als Sand in nur wenigen Gemarkungen wie Vielbrunn und Momart und auch

hier nur auf kleinen Flächen bodenbildend auftritt. Die Schlämmeanalysen zeigen einen steinfreien, sandarmen Boden, von denen der eine mehr lößartig sandiger Lehm, der andere ein echter Lehmboden ist, womit auch der Thongehalt übereinstimmt. Die Wasserfassung ist günstig, ebenso der Humusgehalt, da auch der Untergrund lehmig und anhaltend ist, so sind die untersuchten Böden in physikalischer Beziehung recht günstig organisiert. Bildet der undurchlassende Thon den Untergrund, so ist systematische Drainage unbedingt nötig. Der Kalkgehalt ist in Krume und Untergrund sehr gering (0,07 %), ebenso der an Magnesia und Kohlensäure. Kali ist zum Teil in geringer, zum Teil in normaler Menge vorhanden. Der Phosphorsäurevorrat ist gering, der an Stickstoff gut.

Pliocäne, kalkarme Thone und Sande bilden in dem vom Diluvial-Sand eingenommenen Teile nördlich des Lößgebietes von Groß-Umstadt etc. vielfach den Untergrund, treten wohl nirgends in größerer Ausdehnung zu Tage, können aber durch Beeinflussung der Feuchtigkeitsverhältnisse die landwirtschaftliche Benützbarkeit des Bodens wesentlich mit bedingen. Auch die älteren kalkreichen Stufen des Tertiärs, Septarienthon, Cyrenenmergel, Cerithien- und Corbiculakalk, die in Rheinhessen in so bedeutendem Umfange bodenbildend auftreten, finden sich in der Gegend von Offenbach und werden auch hier meist vom Diluvium überdeckt.

## Diluvium.

Die ältesten diluvialen Bildungen sind in der sich von Heppenheim bis Alsbach erstreckenden und bis zu 40 m über die Thalsohle erhebenden Bergsträßer Diluvialterrasse enthalten, welche aus Anschwemmungen des Neckar und Rhein, vermischt mit einheimischem Material des Odenwaldes, aufgebaut ist. Der Untergrund ist reich an Kalk und Kohlensäure bei verhältnismäßig geringem Magnesiagehalt; ebenso sind die Böden zum Teil noch kalkreich, zum Teil aber schon stark entkalkt (CaO 0,9 bis 5,7 %). Nach der Schlämmanalyse ist hier ein grobkörniger Sandboden mit geringem Gehalt an feinsten Teilen (4,7 %) und Thon (0,2 %) vorhanden; Humusgehalt und Glühverlust sind gleichfalls recht gering, ebenso die Wasserfassung. Die Nährstoffbestimmung zeigt, daß der Boden recht arm ist an Eisen, löslicher Thonerde und Kieselsäure, und auch Phosphor- und Schwefelsäure in ungenügender Menge vorhanden ist; dagegen ist ausreichend Kali gefunden. Die Stickstoffabsorption ist die geringste aller Böden. Dieser Sandboden der Diluvialterrasse ist also nach seiner chemischen, vor allem aber nach der physikalischen Beschaffenheit von allergeringster Qualität.

Ähnliche gleichalterige Terrassen finden sich am Main und an der Gersprenz; Bodenuntersuchungen liegen davon aber nicht vor. Nach den Untersuchungen von Klemm bestehen die diluvialen Schotter-Ablagerungen der Odenwaldbäche lediglich aus Odenwaldmaterial und haben das Aussehen des Granitgruses, während die des Main meist aus Buntsandsteinschutt bestehen, dem Muschelkalkgerölle beigemengt sind. (Erl. Babenhausen, S. 17.) Nach den ausgeführten Schlämmanalysen sind es grobkörnige Sande, welche nur sehr wenig feinste Teile enthalten (Spur bis 5,8 %). Chemische Untersuchungen sind davon nicht vorhanden.

Böden der Moränen (dmgl).

In den Thälern des östlichen Odenwaldes und auch an der Bergstraße finden sich glaciale Bildungen (Grund- und Erdmoränen), welche nur geringe Flächen einnehmen und deshalb als Bodenbildner nur geringe Bedeutung haben. Die lediglich aus Buntsandstein zusammengesetzten Moränen liefern ebenso kalkarme Böden wie diese Formation selbst; an anderen Stellen sind die Böden durch Überstreuung oder Einschwemmung von Löß etwas kalkreicher. In physikalischer Beziehung entsprechen die Böden ebenfalls dem Grundmaterial des Buntsandsteins, es sind durchlässige Sandböden; an einzelnen Stellen ist allerdings Letten und Thon beigemischt. So hat die Moräne an der Wersauer Mühle einen schweren, thonreichen Lehmboden. Die beiden untersuchten Proben sind gut mit Kali und auch mit Stickstoff ausgestattet, doch mangelt ihnen die Phosphor- und Schwefelsäure. . Die Absorption des leichten Sandbodens von Steinbach ist sehr gering.

Böden des Flugsandes, Löß und Laimen.

Der Rheinthalgraben ist ausgefüllt durch unterdiluviale kalkreiche, teils gröbere, teils feinere Sande und Kiese, ähnlich denen der Bergsträßer Terrasse, aber vorwiegend aus rheinischem Material bestehend. Dieselben erstrecken sich bis in große Tiefen, so daß Bohrlöcher zu Straßburg mit 49 m, in Mannheim mit 175 m und bei Darmstadt mit 96 m Tiefe das Liegende dieser Formation noch nicht erreichten. In Zeiten mit trockenem Klima wurden durch den Wind die feineren Teile aus dem Diluvialsand ausgeblasen und über den Thalboden und die anstoßenden Höhen bis weit hinaus über die Wasserscheiden verbreitet und als Flugsand, feiner lößartiger Sand und eigentlich Löß zur Ablagerung gebracht, so daß sich noch Reste dieser einst weitverbreiteten, aber jetzt durch das Wasser von den Bergen zum größten Teil wieder weggeschwemmten Lößdecke in sehr beträchtlichen Höhen finden, z. B. auf dem Königstuhl bei Heidelberg

in 560 m, auf dem basaltischen Roßberg bei Darmstadt in 350 m und auf den Höhen des Buntsandsteinodenwaldes bis in 560 m Meereshöhe.

Nördlich des Odenwaldes in der Gegend von Dieburg und Babenhausen und noch weiter nördlich davon ist ebenfalls eine große, mit Flugsand gedeckte Fläche vorhanden, welche das Material für die Lößzone von Reinheim und Groß-Umstadt geliefert hat. Zwischen Flugsand und eigentlichem Löß konnte hier Chelius eine Übergangszone von 1 bis 2 km Breite feststellen, wie dieselbe auch durch unsere Untersuchungen in Rheinhessen speciell nachgewiesen ist.

Die Ablagerung der Formation des Flugsandes und des Löß hat nicht in einem Zuge stattgefunden, sondern hat eine langdauernde Unterbrechung erlitten, während welcher die Oberfläche des Löß durch Verwitterung verlehmte, entkalkt wurde und sich mit Humusstoffen anreicherte. Diesen entkalkten Löß nannte Chelius dem Ortsgebrauch entsprechend «Laimen» und stellte folgendes Lößprofil fest:

| | | |
|---|---|---|
| Oberer Löß | Lößlehm | dla$^{o}$ |
| | Löß | dlö$^{o}$ |
| Sandlöß | humoser Laimen | dla$^{uh}$ |
| Unterer Löß | Laimen | dla$^{u}$ |
| | Löß | dlö$^{u}$ . |

Dieselbe Lagerung findet sich nach Prof. Sauer auf Blatt Neckargemünd der badischen Aufnahmen. Auch im Flugsande läßt sich eine ähnliche Gliederung wie bei dem Löß nachweisen; auch vertritt der Flugsand den Löß mitunter in den oberen Schichten des Lößprofils.

### Der Boden des Flugsandes.

Der Flugsand besteht aus den aus den unterdiluvialen Rheinsanden ausgeblasenen feineren Teilen; die mineralogische Übereinstimmung beider hat Sauer am Material von St. Ilgen (Erl. z. Bl. Schwetzingen-Altlusheim) nachgewiesen; indem er das Material mittelst schwerer Salzlösungen in Partien mit verschiedenem specifischen Gewicht trennte, konnte er feststellen, daß im Flugsand vorhanden waren 80 $^0/_0$ Quarz, ca. 12—15 $^0/_0$ Orthoklas, ferner verwitterte Feldspäte, Glimmer, Hornblende, Zirkon, Glaukophan, Apatit, Eisenerz, Granat, Epidot, Magnetit, Titaneisen, Staurolith, Rutil, Disthen, Andalusit und Korund, welche Mineralien ebenfalls alle in den feineren Teilen des Rheinsandes und Kieses, sowie auch im Löß vorhanden sind. Nach der Bauschanalyse Sauers enthält derselbe Flugsand:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $F_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | Glühverl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 78,2 | 4,2 | 1,6 | 7,0 | 0,54 | 1,6 | 1,2 | 0,03 | 5,0 | 0,6. |

Davon waren in Salzsäure löslich:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $F_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | Glühverl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,8 | 6,3 | 0,3 | Spur | | 0,03 | 5,0. | |

Stets ist der unveränderte Flugsand kalkreich (die obige Analyse giebt 11,23 $CaCO_3$); doch ist der Kalkgehalt oft auf 1 bis 1,5 m tief ausgelaugt, so daß das Karbonat fast vollständig verschwunden ist. Gleichzeitig wird in der Oberkrume auch das Eisen gelöst und in tieferen Schichten als Oxyd wieder abgesetzt ebenso wie ein Teil des gelösten Kalkes. Durch die Verwitterung der Feldspate entsteht Thon, wodurch die Krume etwas Zusammenhalt erhält und erst kulturfähig wird. Das Profil ist gewöhnlich folgendes:

humose Krume, entkalkt,
braune Schicht, mit Eisen angereichert,
Kalkanreicherung,
unveränderter Flugsand.

Der erhebliche Gehalt an Feldspat und der Kalkgehalt lassen einen besseren Boden als viele kalk- und feldspatarme Schichten in Norddeutschland entstehen. Je nachdem die Entkalkung mehr oder weniger fortgeschritten ist, sind die Böden mehr oder weniger reich an Kalk

| | CaO | MgO | $CO_2$ |
|---|---|---|---|
| im Odenwald | 0,6 — 4,0 | 0,04—0,6 | 0,3—1,2 % |
| Rheinhessen | 0,9 — 2,0 | 0,1 —0,3 | — — . |

Der Untergrund ist meist kalkreicher als die Ackerkrume. Eine Nährstoffbestimmung (mit konzentrierter HCl gekocht) führt nach Klemm an (agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof, Abhandl. d. Gr. Hess. geolog. Landesanstalt, III. Heft):

| | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | Glühverl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,74 | 0,39 | 0,67 | 0,47 | 0,08 | 0,39 | 2,1. |

Es ist hier ein auffallend hoher Gehalt an $K_2O$ und $Na_2O$ gefunden, der an Phosphorsäure ist dagegen nur gering.

Die Hauptmasse der Körner des Flugsandes hat die Größe von 0,5 bis 0,1 mm; je mehr man sich von der Entstehungsstelle des Flugsandes der Lößgrenze nähert, um so feinkörniger wird das Material, wie durch die Schlämmanalysen von Chelius und Klemm festgestellt wurde. Wir stellen hier die vorhandenen Analysen der Ackerkrume und des Flugsandes abgekürzt zusammen:

| | Sand | Staub | Feinstes | Thon | Wasserfassung. |
|---|---|---|---|---|---|
| von Dieburg | 78,5 % | 15,3 % | 6,2 % | | |
| „ Bensheim IX. Kl. | 92,5 „ | 2,2 „ | 5,3 „ | (0,6) | 36 — 9 |
| „ Weilerhof . „ | 88,5 „ | 6,5 „ | 5,0 „ | | |
| „ Lorch „ | 88,5 „ | 4,6 „ | 6,9 „ | | |
| „ Ob.Ingelheim Rh. | 92,8 „ | 1,2 „ | 6,5 „ | 0,5 | 38—12 |
| „ „ | 95,5 „ | 1,2 „ | 3,3 „ | | |
| Mittel | 89,5 % | 5,2 % | 5,4 % | 0,5 | 37—10. |

Hieran schließt sich die Übergangszone vom Flugsand zum Löß:

| | Sand | Staub | Feinstes | Thon | Wasserf. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Lößähnlicher Flugsand:** | | | | | |
| Gr.-Umstadt Ch. | 47,0% | 40,8% | 12,2% | | |
| Gonsenheim Rh. | 56,2 „ | 28,6 „ | 15,1 „ | 2,2 | |
| Mittel | 51,0% | 34,7% | 13,6% | 2,2. | |
| **Boden des Sandlöß:** | | | | | |
| Odenwald A | 17,8% | 67,9% | 14,3% | | |
| U | 9,5 „ | 69,5 „ | 19,9 „ | | |
| Rhn. A | 16,8 „ | 61,2 „ | 21,2 „ | 3,0 | 49—17 |
| U | 13,0 „ | 57,6 „ | 29,2 „ | | |
| Mittel | 13,1% | 64,0% | 21,1% | 3,0 | 49—71. |
| **Lößboden:** | | | | | |
| M. Rh. A | 17,0% | 51,0% | 31 % | 5,2 | 48—24 |
| U | 16,0 „ | 51,8 „ | 33 „ | | |
| M. Od. Löß | 17,4 „ | 48,4 „ | 33,8 „ | | |
| M. Lehm aus Lößmaterial | 16,1 „ | 52,2 „ | 31,7 „ | | |
| Mittel | 16,6% | 50,8% | 32,4% | 5,2 | 48—24. |

Es sind mit Ch. bezeichnet Analysen von Chelius (Erl. Bl. Groß-Umstadt), mit Kl. solche von Klemm (Erl. Bl. Bensheim, Böden des Weilerhofes), Rh. und Od. unsere Analysen aus Rheinhessen und Odenwald; die mit M. bezeichneten sind bereits Mittel aus mehreren Analysen.

Aus diesen Zahlen, vor allem aus den Mittelwerten, folgt deutlich die Veränderung der Körnung der Böden, wenn man vom Flugsand bis zum Löß fortschreitet; die Böden werden immer feinkörniger und auch der Thongehalt steigt. Die Wasserfassung — vor allem die minimale — ist in den feinkörnigen Böden recht günstig; im Flugsande ist sie am kleinsten von allen Böden in Rheinhessen und dem Odenwalde, weshalb dieselben auch die geringwertigsten von allen sind. Sie sind geborene Waldböden, trotzdem ihre chemische Zusammensetzung nicht die schlechteste ist. Undurchlassender Untergrund oder Grundwasserstand in geeigneter Höhe verbessern die Flugsandböden sehr wesentlich.

Etwas besser sind die Böden des lößähnlichen Flugsandes; sie bilden schon einen passablen Ackerboden, der allerdings immer noch leicht an Trockenheit leidet und den aufgebrachten Stallmist sehr schnell zersetzt.

Ähnlichen, aber wiederum etwas besseren Boden liefert der Sandlöß, welcher aber nur geringe Flächen einnimmt.

Das Lößgestein besteht, abgesehen von Kalkkonkretionen (Lößpuppen) und Schneckenschalen, ausschließlich aus mehlartig abfärbender, hellleder-brauner, staubartiger Feinerde, deren Körner mit Kalk überzogen und dadurch etwas verkittet sind. Nach Sauer und Chelius herrscht im Löß wie auch im Flugsande Quarz bei weitem vor, häufig sind noch Glimmerschüppchen und Feldspatkörner; von anderen Mineralien sind noch beteiligt Hornblende, Chlorit, Epidot, Turmalin, Staurolith, Granat, Zirkon und Rutil (Erl. z. Bl. Neckargemünd); Chelius führt noch an Erze und Disthen. Das Gestein zeigt keinerlei Schichtung und wird von einer außerordentlich großen Anzahl feinster kapillarer und gröberer Röhrchen durchzogen, welche demselben eine vorzügliche Durchlässigkeit verleihen und die Pflanzenwurzeln sehr leicht in große Tiefen eindringen lassen; an Steilabhängen, Wasserrissen und Hohlwegen bricht der Löß in senkrechten Wänden in Form von dicken Pfeilern ab.

Von Bauschanalysen des Lößgesteins aus dem Rheingebiete führen wir folgende an:

| No. | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $F_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | $H_2O$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 59,3 | 10,0 | 4,2 | 11,3 | 1,9 | 1,1 | 0,8 | — | 11,1 | 1,4 | |
| 2 | 62,3 | 7,9 | 4,3 | 10,8 | 2,4 | 0,8 | 0,2 | — | 9,6 | 1,6 | |
| 3 | 56,1 | 11,1 | 0,9 | 13,7 | 2,6 | 0,9 | 0,03 | 0,1 | 13,2 | 1,4 | |
| 4 | 58,2 | 7,9 | 3,5 | 11,5 | 0,8 | 1,8 | 2,7 | | 10,2 | 1,8 | (MnO 1,7) |
| 5 | 56,6 | 7,5 | 3,0 | 12,6 | 2,2 | 1,5 | 0,3 | 0,1 | 10,4 | 6,0 | 0,2 |
| 6 | 62,3 | 7,2 | 3,0 | 11,2 | 2,3 | 1,1 | 1,0 | 0,15 | 9,2 | 2,3 | 0,1 |
| 7 | 56,3 | 7,5 | 2,4 | 14,0 | 2,6 | 3,7 | 1,3 | (FeO 0,7) | 11,7 | 2,4 | 0,1 |
| 8 | 52,4 | 6,6 | 2,8 | 16,8 | 2,5 | 3,2 | 1,3 | 0,4 | 14,6 | 0,8 | |
| 9 | 53,4 | 7,3 | 5,0 | 13,1 | 1,8 | 1,4 | 1,3 | 0,4 | 10,5 | 1,7 | ($SO_3$ 0,5) |
| 10 | 54,4 | 8,0 | 2,4 | 14,4 | 2,1 | 2,0 | 1,7 | (FeO 0,8) | 12,0 | 1,5 | 0,1 |
| 11 | 62,4 | 10,7 | 2,1 | 10,6 | 1,8 | 1,5 | 2,1 | 0,05 | — | — | |
| Mittel | 57,6 | 8,3 | 3,1 | 12,7 | 2,1 | 1,7 | 1,1 | 0,2 | 11,2 | 2,1 | |

No. 1 aus dem Siebengebirge cit. Bischof: Chem. Geologie 1855 S. 1583.
„ 2 von Weisenau, Rheinhessen, Lepsius: Mainzer Becken S. 165 I.
„ 3 „ Birkenau b. Weinheim, Odw., Lepsius: Mainzer Becken S. 165 IV.
„ 4 „ Roßberg b. Darmstadt, Chelius: Erl. z. Bl. Roßdorf S. 102.
„ 5 „ Gr.-Umstadt Gaisackerhobl unterer Löß, Erl. z. Bl. Umstadt S. 44.
„ 6 „ „ „ oberer „ „ „ „ „ S. 44.
„ 7 „ Haarlaß b. Heidelberg, v. H. Thürach: Erl. z. Bl. Heidelberg S. 39.
„ 8 „ Elsenzthal in Baden.
„ 9 „ Riedisheim im Elsaß, Hoffmann: La composition des terres d'Alsace-Lorraine.
„ 10 „ Höhnheim b. Straßburg, Schuhmacher: Erl. z. Bl. Straßburg S. 26.
„ 11 „ Sandlöß von der Sange b. Rimhorn, Odw., 1,50 m tief, Erl. z. Bl. König S. 34.

Wenn die Analysen auch an einzelnen Punkten voneinander abweichen, so zeigen sie doch, daß das Lößgestein im großen und ganzen am Rhein von Straßburg bis nach Bonn eine ähnliche Zusammensetzung hat. Vor allem tritt der hohe Kalk- und Kohlensäuregehalt an allen Proben hervor, während der Eisengehalt meist gering ist. Der Sandlöß ist ungefähr ebenso zusammengesetzt wie der eigentliche Löß. Die in verdünnter Salzsäure löslichen alkalischen Erden wurden in einer großen Anzahl Proben bestimmt.

| Proben | Lößgestein. | Ca O | Mg O | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 16 | des Odenwaldes | $\frac{8,1}{14,1}$ 11,1 % | $\frac{0,1}{1,9}$ 1,1 % | $\frac{6,7}{12,2}$ 9,7 % |
| 14 | von Rheinhessen | $\frac{8,0}{17,7}$ 12,8 % | [ $\frac{0,5}{2,0}$ 1,0 % | $\frac{10,5}{15,8}$ 14,0 %. ] |

MgO und $CO_2$ sind nur in 4 Proben rheinhessischer Gesteine, und zwar in den kalkreichsten bestimmt, daher sind hier die Mittelwerte mit den anderen nicht vergleichbar.

Nährstoffbestimmungen im Lößgestein und Sandlöß sind folgende vorhanden:

Hundertstel des lufttrockenen Gesteins.

| No. | Glüh. verl. | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Löß | | | | | | | | | | | |
| 67 | 2,6 | 2,1 | 1,0 | 13,1 | 1,2 | 0,10 | 0,04 | 10,3 | 0,4 | 0,03 | 2,6 |
| 16 Rh. | 1,1 | 3,4 | 3,1 | 17,7 | 2,1 | 0,11 | 0,09 | 14,8 | 0,25 | 0,08 | 4,6 |
| Sandlöß | | | | | | | | | | | |
| 293 | 1,7 | — | — | 11,2 | 1,2 | 0,14 | 0,13 | 9,1 | 0,13 | — | — |
| 7 Rh. | 2,4 | 0,7 | 2,2 | 16,0 | 1,5 | 0,19 | 0,02 | 11,7 | 0,09 | 0,07 | 3,8 |

No. 67 Löß von Elmshausen Odw., 1 m tief.
„ 16 Rh. „ „ Nieder-Flörsheim (Rheinhessen), Grenze mit Dalsheim.
„ 293 Sandlöß von König Odw., Gicklsgraben.
„ 7 Rh. „ „ Mettenheim (Rheinhessen) an der Wasserappel.

Nach diesen Untersuchungen verhalten sich echter Löß und Sandlöß sowohl in Rheinhessen wie im Odenwald gegen verdünnte Salzsäure ganz ähnlich; alle Analysen stellen hohen Gehalt an Calciumkarbonat, geringen an Eisen, Thonerde, Kali, Natron und Schwefelsäure fest; der Phosphorsäuregehalt ist teils hoch, teils gering.

Um die Körnung des Lößgesteins festzustellen, wurden einige Proben desselben mit Wasser unter vielfachem Umrühren gekocht und dann geschlämmt wie bei den Schlämmanalysen der Ackerböden; die Resultate sind in Tab. Ib mit aufgeführt und die Mittelwerte hierunter zusammengestellt.

| | Feinbod. | im Feinboden % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | I—V | VI | VII |
| Lößgestein im Odenwald . . . . . . . . . | 100 | 15 | 60 | 25 |
| „ in Rheinhessen . . . . . . . . | 99 | 15 | 52 | 33 |
| Sandlößgestein im Odenwald . . . . . . . | 99 | 14 | 69 | 17 |

Danach sind Körner > 2 mm überhaupt nicht oder doch nur als sehr seltene und zufällige Beimischung vorhanden; ausgezeichnet ist das Gestein durch sehr hohen Gehalt an Staub (VI), während feinste Teile (VII) viel weniger vorhanden sind; der rheinhessische Löß ist an letzterem etwas reicher als der des Odenwaldes. Schlämmt man Lößgestein sehr vorsichtig, ohne zu rühren, so verbleiben als gröbere Teile feine Röhrchen aus Sandkörnern gebildet, die durch Kalk verkittet sind. Das auf die Oberfläche fallende Tagewasser dringt infolge der beträchtlichen Durchlässigkeit leicht in das Gestein ein, löst aus den obersten Schichten Karbonate (vor allem $CaCO_3$) und nimmt diese mit in die Tiefe, wo sich dieselben teils wieder absetzen und Puppensteine oder Lößmännchen bilden, oder auf Spalten als weißer Beschlag zum Absatz gelangen, oder auch in den das Gestein in großer Zahl durchziehenden feinen Röhrchen, die die Wandungen bildenden Sandkörner verkitten, sofern sie nicht mit dem unterirdisch abfließenden Wasser abgeführt werden. Dadurch werden die obersten Schichten entkalkt, die vorhandenen Feldspate zersetzen sich und geben durch den sich bildenden Thon der Oberschicht mehr Bindung; die verwesenden Pflanzenmassen wirken reduzierend auf das Eisen und Mangan, bringen dieselben teilweise in Lösung und geben Veranlassung zur Entstehung von Bohnerz, Eisenschuß und Manganknötchen. So entstehen an der Oberfläche aus dem steinfreien, durchlassenden Löß ein steinfreier, weniger durchlassender, ja auf ebenen Höhenlagen oft ziemlich undurchlässiger «Lößlehm». Wie schon oben erwähnt, hat dieser Prozeß der Verwitterung und Verlehmung auch bereits in der Diluvialzeit nach Ablagerung des älteren Löß längere Zeit angedauert, so daß an der Oberfläche desselben eine oft über einen Meter mächtige Schicht des kalkarmen und humushaltigen Laimen entstanden ist. Folgende Bauschanalysen lassen die Zusammensetzung dieser Gebilde erkennen.

| No. | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $F_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | $CO_2$ | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 67,6 | 12,1 | 6,5 | 1,0 | 0,2 | 1,8 | 1,2 | — | 0,8 | 7,2 |
| 2 | 73,6 | 11,4 | 4,4 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 0,15 | — | 5,2 |
| 3 | 75,2 | 10,0 | 5,6 | 0,7 | 0,7 | 4,0 | 1,2 | 0,06 | — | 2,8 |
| Mittel | 72,1 | 11,2 | 5,5 | 1,0 | 0,7 | 2,4 | 1,2 | 0,10 | — | 5,1 |

No. 1 Laimen von Nieder-Modau, Str. nach Rohrbach, nach Chelius, Erl. Bl. Roßdorf, S. 102.
„ 2 „ von der Gaisackerhohl b. Gr.-Umstadt (nach Chelius, Erl. Umstadt, S. 44).
„ 3 Lößlehm von Ziegelhausen b. Heidelberg, nach Thürach, Erl. Heidelberg, S. 39.

Die Vergleichung mit den Analysen des Lößgesteines zeigt die weitgehende Wegführung von Kalk, Magnesia und Kohlensäure, sowie die Zunahme des Wassergehaltes und relative Anreicherung an Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd.

Wie sich der Gehalt an Karbonaten ändert, geht am besten aus den zahlreichen Bestimmungen des Kalk-, Magnesia- und Kohlensäuregehaltes hervor. Es sind hier sechs Proben von Laimen aus einer Tiefe von 100 cm und mehr untersucht, deren Stellung im Lößprofil mit Sicherheit festgestellt werden konnte; ferner sind noch vorhanden 13 Proben von tieferem Untergrund des «Lehms aus Lößmaterial», deren Stellung im Lößprofil nicht ermittelt werden konnte. Die Untersuchungen ergaben folgende Schwankungen und Mittelwerte:

| | CaO % | MgO % | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| tieferer Untergrund von Laimen | $\frac{0,13}{0,29}$ 0,21 | $\frac{0,01}{0,13}$ 0,07 | $\frac{0,01}{0,03}$ 0,2 |
| Lehm aus Lößmaterial | $\frac{0,04}{0,27}$ 0,17 | $\frac{0,03}{0,19}$ 0,10 | $\frac{0,01}{0,04}$ 0,02. |

Von allen Proben enthält nur eine 15 % Steine und zwar ausschließlich Bohnerz; drei Proben haben noch etwa 1 % gröbere Teile (> 2 mm), die übrigen bestehen nur aus Feinerde.

Humus und Glühverlust sind nur in wenig Proben bestimmt; danach enthält das Material aus 1 m und größerer Tiefe noch 3 % Glühverlust und 0,3 % in verdünntem Ammoniak löslicher Humussubstanz.

## Ackerböden des Löß und Laimen.

Durch Verwitterung entstehen aus dem Löß und Sandlöß in unserem Bezirke steinfreie milde oder mehr sandige Lehmböden, welche als gröbere

Teile nur Lößkindel, verschleppte Steinbrocken, Kohlenasche oder einige zerbrochene Schneckenschalen enthalten. Auf den Abhängen, wo das Wasser die feinsten Teile leicht wegschlämmt, entstehen mehr sandige und auch kalkreichere Böden, während auf den Hochflächen, wo sich der gebildete Kaolin besser erhält, kalkärmere und schwerere Lehmböden vorhanden sind. Aus dem bereits in der Diluvialzeit entkalkten Laimen entstehen Böden, die den eigentlichen kalkarmen Lößböden sehr ähnlich sind, ebenso wie die aus dem verschwemmten Löß entstandenen. Auf den Hochflächen des Buntsandsteins, welche jetzt an vielen Stellen eine nur schwache Decke von entkalktem Löß (Lößlehm) tragen, ist es dieses Material, welches diese armen Böden erst kulturfähig macht oder doch ihren Wert als Kulturboden beträchtlich erhöht; hier ist das Lößmaterial oft mit anderen eingeschwemmten Materialien oder denen des Untergrundes vermischt, so daß hier vielfach unreine Lehmböden vorhanden sind.

Die reinen Böden des Löß und Laimen sind überall steinfrei, nur wenige zufällig verschleppte gröbere Teile finden sich darin, während in denen des umgelagerten und unreinen Löß und Lehmes gröbere Gemengteile in erheblicher Menge auftreten.

In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte der Schlämmanalysen von Böden des Odenwaldes zusammengestellt.

| | Hundertstel der Feinerde | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Feinerde | Sand | Staub | Feinstes | Thon | Wasserfassg. max. | Wasserfassg. min. | Glühverl. | Humus |
| Ackerkrume . . . . . . . . | | | | | | | | | |
| $c_2$ Lößboden kalkreich . . . . | 99 | 20 | 59 | 21 | 4 | 43 | 18 | 2,2 | — |
| „ kalkarm . . . . | 100 | 13 | 51 | 36 | 5 | | | | |
| Laimenboden . . . . . . . . | 100 | 16 | 48 | 36 | — | 42 | 21 | 3,9 | 0,7 |
| d. Lehm aus Lößmaterial . . . | 98 | 16 | 54 | 29 | 3,7 | 44 | 25 | 4,2 | 1,0 |
| Ackerkrume im Mittel | 99 | 16 | 53 | 35 | 4,2 | 43 | 22 | 3,8 | 0,9 |
| Untergrund im Mittel | 99 | 18 | 50 | 32 | — | — | — | 3,2 | |
| Unreiner Lößboden | 87 | 33 | 35 | 32 | 4 | — | — | 4,5 | 0,6 |

Ausgezeichnet sind alle diese Böden durch ihre Steinfreiheit und den hohen Gehalt an Staub; da der Gehalt an feinsten Teilen nicht hoch und der an Thon nur gering ist, so müssen sie meist als sandige, höchstens als milde Lehmböden bezeichnet werden. Die Wasserfassung ist recht günstig, vor allem die minimale so hoch wie oft nur bei schweren Böden. Humusgehalt und Glühverlust sind nicht hervorragend; die große Durch-

lässigkeit für Luft und der sonst hitzige Charakter lassen keine größere Ansammlung organischer Stoffe zu.

Gehalt der Böden von Löß und Laimen an Kalk, Magnesia und Kohlensäure. Unter den Lößböden läßt sich leicht eine kalkreiche Abteilung von der kalkarmen unterscheiden; wir haben die Grenze bei 0,5 % CaO angenommen.

Lößboden kalkreich:

| | CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}5}{11{,}5}$ 4,3 | $\frac{0{,}1}{2{,}1}$ 0,5 | $\frac{0{,}1}{10{,}1}$ 4,3. |

Desgl. kalkarm (Laimen)

| | CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}3}{0{,}5}$ 0,34 | $\frac{0{,}01}{0{,}32}$ 0,18 | $\frac{0{,}06}{0{,}30}$ 0,21 |
| U. | $\frac{0{,}19}{0{,}63}$ 0,45 | $\frac{0{,}04}{0{,}43}$ 0,17 | $\frac{0{,}03}{0{,}26}$ 0,17. |

Lehm aus Lößmaterial

| | CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}01}{0{,}32}$ 0,17 | $\frac{\text{Spur}}{0{,}3}$ 0,09 | $\frac{0{,}00}{0{,}12}$ 0,03 |
| U. | $\frac{0{,}01}{0{,}27}$ 0,16 | $\frac{\text{Sp.}}{0{,}26}$ 0,11 | $\frac{0{,}00}{0{,}04}$ 0,03. |

Die Schwankungen des Kalkes etc. im tieferen Untergrund $U_1$ sind schon oben aufgeführt.

In Rheinhessen wurde gefunden:

| | CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{0{,}5}{12{,}7}$ 5,4 | $\frac{0{,}01}{0{,}8}$ 0,4 | $\frac{0{,}2}{9{,}2}$ 4,0 |
| U. | $\frac{0{,}6}{16{,}3}$ 7,1 | $\frac{0{,}4}{2{,}0}$ 0,8 | $\frac{0{,}3}{15{,}6}$ 6,6. |

Hoffmann giebt an bei 19 Proben aus dem Elsaß:

| | CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|---|
| A. | $\frac{4{,}1}{23{,}6}$ 11,7 | $\frac{0{,}8}{5{,}0}$ 1,8 | — —. |

Diese Werte sind sehr viel höher als die von uns im Odenwald und Rheinhessen gefundenen.

Bei uns geht auch im eigentlichen Lößgebiet der Kalkgehalt mitunter tief herunter, daß Kalkdüngung oder das Heraufbringen des kalkreicheren Untergrundes wohl mit Vorteil angewendet werden könnte, zumal da auch Kohlensäure in manchen Fällen nur in Spuren vorhanden ist.

Der Kalkgehalt des Untergrundes im Odenwald wurde sehr niedrig gefunden (0,45 %), weil der Untergrund an den Stellen der Probenahme aus

Laimen besteht. Die Proben des tieferen Untergrundes mit echtem Lößgestein sind dagegen sehr kalkreich (Mittel 11,1 %), wie bereits oben angeführt.

### Lehm aus Lößmaterial.

In dieser Abteilung sind die kalkärmsten Böden zusammengestellt, im ganzen 39 verschiedene Proben, während von Löß- und Laimenböden nur 26 untersucht sind. Der Kalkgehalt beträgt im Maximum 0,3 %, Magnesia ist sehr wenig vorhanden, Kohlensäure meist nur in Spuren; der Untergrund ist der Ackerkrume gleichartig.

Nach den vorhandenen Nährstoffbestimmungen ist der Eisengehalt meist ein mittlerer, was man bei der häufig hellen Farbe der Lößböden nicht erwartet; in verhältnismäßig geringerer Menge gingen in Lösung Thonerde und Kieselsäure; in den am stärksten verwitterten Lehm- und Laimenböden ist der Gehalt an zersetzbaren Silikaten am höchsten, und es unterscheiden sich dieselben dadurch wesentlich von den wenig verwitterten rohen und kalkreichen Lößböden. Der Vorrat an Schwefelsäure ist überall ein recht geringer.

Die vorhandenen Bestimmungen an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff sind hierunter zusammengestellt.

| | | $K_2O$ | | $P_2O_5$ | | N | | Absorpt. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Odenwald.** | | | | | | | | | |
| Lößboden kalkreich | a | — | 0,17 | — | 0,18 | — | 0,18 | — | 75 |
| „ kalkarm | a | 0,21 / 0,24 | 0,22 | 0,09 / 0,11 | 0,10 | 0,15 / 0,17 | 0,16 | 63 / 88 | 75 |
| Lehm aus Lößmaterial | a | 0,08 / 0,25 | 0,13 | 0,06 / 0,18 | 0,11 | 0,15 / 0,17 | 0,16 | 62 / 64 | 63 |
| **Rheinhessen.** | | | | | | | | | |
| Sandlößboden | a | — | 0,19 | — | 0,09 | — | 0,14 | — | 46 |
| Lößboden | a | 0,22 / 0,26 | 0,24 | 0,15 / 0,26 | 0,20 | 0,17 / 0,17 | 0,17 | 65 / 107 | 86 |
| **Elsaß.** | | | | | | | | | |
| Lößboden | a | 0,05 / 0,32 | 0,13 | 0,10 / 0,25 | 0,18 | 0,07 / 0,22 | 0,14 | — | |
| | U | 0,11 / 0,15 | 0,13 | 0,10 / 0,10 | 0,11 | 0,07 / 0,13 | 0,09 | — | |

Der Kaligehalt ist in den meisten Fällen nur mäßig und erhebt sich nur ganz ausnahmsweise auf die normale Höhe von 0,25 %; der Gehalt an Phosphorsäure dagegen ist in den bei weitem meisten Fällen wenigstens normal (0,1 %), in vielen ist er gut, und eine beträchtliche Anzahl Böden

ist reich an Phosphorsäure, was für Durchführung der auf diesen Böden mit Vorteil zu betreibenden intensiven Kultur sehr wichtig ist. Infolge der hohen Kultur ist auch der Stickstoffgehalt dieser Ackerböden meist recht günstig. Die Absorption der eigentlichen Löß- und Lößlehmböden ist ebenfalls gut, nur im Sandlöß ist sie geringer.

Im ganzen genommen entsteht in unserem Gebiete durch die Verwitterung des Löß, ferner auf Laimen und Lößlehm ein vorzüglicher milder sandiger Lehmboden, der mit schwachem Angespann und leichten Geräten bequem bearbeitet werden kann und nie verkrustet. Er saugt das Wasser der stärksten Regengüsse schnell auf, so daß selbst auf dem Grunde ausgedehnter Thäler keinerlei Anlagen zur Ableitung des Flutwassers vorhanden sind. Der durchlässige Untergrund leitet das Übermaß des Wassers schnell in die Tiefe, so daß Drainage nur an Stellen erforderlich sein kann, wo Löß in geringer Mächtigkeit auf vollständig wasserundurchlassenden Schichten aufruht (z. B. Cyrenenmergel in Rheinhessen, Letten bei Haisterbach und Güntersfürst im Odenwald). Andererseits gestattet ihm aber seine günstige Wasserfassung in Krume und Untergrund bedeutende Wassermengen aufzuspeichern und die Pflanzenwurzeln dringen in den zahllosen Röhrchen ohne Tiefkultur in die größten ihnen erreichbaren Tiefen ein, so daß auch lang anhaltende Trockenheit selten viel Schaden verursacht. Der Boden ist warm und thätig; sein Nährstoffgehalt ist teils recht günstig, anderenteils verarbeitet er infolge seiner günstigen physikalischen Eigenschaften und hohen Absorption die aufgebrachten Düngermengen vorzüglich. Es werden alle Früchte darauf mit bestem Erfolg gebaut, im besonderen ist er ein geborener Gersten- und Luzerneboden, welch letztere durch den hohen Kalkgehalt des im Untergrunde vorhandenen Lößgesteins sehr begünstigt wird.

Wesentlich geringer ist die Bodenqualität, wenn, wie dies auf steilen Abhängen gewöhnlich der Fall ist, das unveränderte oder nur wenig verwitterte Lößgestein die Oberkrume bildet, oder wenn durch zu weit und zu tief fortgeschrittene Entkalkung und Verlehmung der Boden schwer und wasseranhaltend geworden ist.

Im ersteren Falle ist der Boden zu thätig, hitzig; der untergepflügte Dünger zersetzt sich zu schnell (Mistfresser), und die gebildete Salpetersäure wird leicht ausgewaschen, ehe die Pflanzen sie aufnehmen können. Je mehr die Krume durch Ausschwemmung der feinsten Teile sandig wird, um so mehr treten diese Übelstände hervor, so daß der eigentliche Sandlöß nur

einen Ackerboden geringer Qualität, der allerdings immer noch wesentlich besser ist als der des Flugsandes, entstehen läßt.

Schreitet die Entkalkung so weit fort, daß schon Kalkmangel für die stark kalkbedürftigen Gewächse besteht, und ist auch die Verlehmung schon in Tiefen bis 1 und 2 m fortgeschritten, so verschlechtern sich durch Zusammenwirken beider die physikalischen Eigenschaften sehr. Das Wasser versinkt nicht mehr im Untergrund; wie andere schwere Böden hält der Löslehm große Wassermassen viel zu lange fest und schlämmt zusammen, während er im Sommer zu einer steinharten Masse zusammentrocknet. In unserem Bezirk sind uns derartige Flächen nicht bekannt geworden; dieselben kommen aber in größerer Ausdehnung im badischen Kraichgau vor und wurden von Sauer und Thürach in den Erläuterungen z. T. zu den Blättern Neckargemünd und Sinsheim beschrieben.

Herr Landesgeologe Dr. Schumacher teilte mit, daß in der Nähe von Straßburg die Lößböden wie folgt eingeschätzt wurden:

| Klasse | | |
|---|---|---|
| Klasse 2[a] | Löslehm, auf der Hochfläche in 1 m Mächtigkeit über Löß lagernd, braun, entkalkt, so daß er wegen mangelnden Kalkgehaltes schon zu träge und kalt ist; Wert pr. ha | 5 000 ℳ |
| ,, 1 | Lößlehm gelbbraun, in 0,6 m Mächtigkeit auf Löß lagernd, Kalkgehalt noch genügend, Oberfläche etwas geneigt, wechselt ständig mit Kl. 2a; Wert | 5 000 ℳ |
| ,, 2[b] | Lößlehm, Übergang von der Hochfläche zum Abhang, Kalkgehalt schon etwas zu hoch, daher hitzig, schwacher Brenner genannt; Wert | 4 500 ℳ |
| ,, 3 | Löß, kalkreich, etwa die Hälfte des ursprünglichen Kalkgehaltes ist noch vorhanden, in 0,35 mit Mächtigkeit auf unverändertem, gelbem Löß lagernd, „Brenner“ genannt; Wert | 4 000 ℳ |
| ,, 4 | Löß unverändert, steiler abfallende Teile der Abhänge, „starker Brenner“. Ist im abgeschätzten Gemarkungsteile nicht vorhanden. | |

(Mitt. d. geol. Landesanstalt v. Elsaß-Lothringen.)

Das Lößgebiet nördlich des Odenwaldes ebenso wie in Rheinhessen ist ein Gebiet des reinen Ackerbaues; für Wald ist der Boden zu kostbar und für Wiese zu trocken. Bei der statistischen Zusammenstellung sind

die auf dem Bachalluvium liegenden Wiesen in den Gemarkungen, welche zum Lößgebiet gehören, in der Fläche des letzteren einbegriffen, die Wälder aber, die auf Granit und Buntsandstein stocken, sind den betreffenden Gebieten zugezählt.

Von dem so begrenzten Lößgebiet werden genützt als:

| Acker | Wiese | Wald | Weinberg |
|---|---|---|---|
| 82% | 13 | 0,0 | 0,2%. |

Im Gebiet des Diluvialsandes nördlich vom Lößgebiet sind die entsprechenden Zahlen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 35% | 11 | 46% | —. |

## Lehm mit Buntsandstein.

Von großer Wichtigkeit ist für die landwirtschaftliche Benützung die über die Hochflächen des Buntsandsteingebietes ausgebreitete Decke von Lößlehm. Ursprünglich bestand dieselbe jedenfalls aus Löß, ist aber jetzt fast vollständig entkalkt und von sehr verschiedener Mächtigkeit. Mitunter ist sie als Decke gar nicht mehr, sondern nur an der besseren physikalischen Bodenbeschaffenheit erkennbar; an anderen Stellen lagert der Lößlehm in typischer Beschaffenheit, wenn auch vielleicht etwas rauher, grobkörniger als im eigentlichen Lößgebiet, in einigen Decimetern Mächtigkeit, an anderen Stellen wiederum vermischt mit Brocken des Untergrundes über den Schichten des Buntsandsteins. Demgemäß schwankt der Feinerdegehalt zwischen 78 und 99%. Der Kalkgehalt beträgt 0,06 bis 0,23%, ist mithin bisweilen ebenso gering als der des Buntsandsteins, so daß die durch Auflagerung des Lehm bewirkte Bodenverbesserung eine rein physikalische ist; nichtsdestoweniger wird an vielen Stellen der Boden erst durch die Lehmbeimischung kulturfähig gemacht.

## Glaciallehm.

Die hier aufgeführten Lehme decken nur kleine Flächen, sie sind teils vollständig steinfrei, teils enthalten sie eingeknetet eckige Gesteinsbrocken und sind schwer und thonig, oder auch mehr lößartig. Der Lehm von Ziegelei Gadernheim hat 49% feinste Teile und 8,8% Thon, worin ihn nur der eine Letten des Buntsandsteins übertrifft. Die maximale Wasserfassung ist dagegen die höchste aller untersuchten Böden (55%). Der Boden No. 70 von Beedenkirchen ist dagegen mehr mild und lößartig, womit auch der Untergrund übereinstimmt; der Lehm auf Granit von Neutsch (Granophyrlehm) ist dagegen rauh und enthält viel grobes Material und wenig Humus.

Die Böden aus gemischtem Material sind etwas reicher an Kalk als die Lehmböden aus Lößmaterial, welchen die aus Granit von Neutsch etc. gleichstehen; in letzteren sind noch zahlreiche wenig zersetzte Gesteinstrümmer vorhanden, welche auch noch etwas mehr Kalk — wenn auch in schwerer löslichen Verbindungen — enthalten. Der Kohlensäuregehalt ist bei allen diesen Böden recht gering.

In der Nährstoffbestimmung ergab No. 39 von Gadernheim eine außerordentliche Menge an löslicher Kieselsäure, jedoch ist der Gehalt an Thonerde nicht sehr hervorragend, der an Kali nur gering, Phosphorsäure ist überall nur wenig vorhanden, Schwefelsäure fast gar nicht. Den höchsten Gehalt an Kali hat der an Gesteinstrümmern reiche Lehm des Granit von Neutsch, doch ist derselbe immer noch ein mäßiger; Stickstoffgehalt und Absorption sind überall gut. Diese Lehme werden mehrfach zur Herstellung von Backsteinen verwertet; für die landwirtschaftliche Nutzung sind sie wegen ihrer geringen Ausdehnung kaum von Bedeutung, obgleich ihre Böden zu den besten gehören, welche in unserem Bezirke vorkommen.

## Alluvium.

Das jüngste Schwemmland der kleineren Seitenthäler des Berglandes, welche meist stärkeres Gefäll besitzen, besteht zum größeren Teil aus Sand, Kies und Schotter und ist daher durchlässig, giebt aber als Acker und auch als Wässerungswiese gute Erträge. In die Hauptthäler schieben die Nebenbäche Schuttkegel vor, welche an manchen Stellen den Wasserabfluß in den ersteren behindern und zu Versumpfungen Veranlassung geben. In die älteren Schuttkegel schneiden sich die jetzigen Bäche meist tiefer ein. Sonst sind diese Thälchen lang, die Thalsohle ist nur schmal; im durchlässigen Gestein des Buntsandsteins entspringen oft Quellen in derselben, versumpfen die Wiesen und geben Veranlassung zu Bildung von Moor und Torf. Im Granitgebiet sind die Quellen sehr zahlreich, in allen Höhenlagen vorhanden und versumpfen auch hier häufig die Wiesen, so daß hier gründliche Entwässerung die erste und nötigste Melioration ist; die starken Gefälle erleichtern überall die Durchführung derselben sehr.

In den Hauptthälern sind meist zwei Stufen zu unterscheiden, eine ältere Terrasse, die als Acker genützt wird und auf welcher die Thalstraßen liegen, und hiergegen, meist scharf abgesetzt, das jetzige Überschwemmungsgebiet mit Bachschlick, umgelagertem Lehm, Sand und Schotter, welches sich auch jetzt noch erhöht; die Oberfläche ist mit Humus angereichert.

Moor- und Torfbildungen finden sich hin und wieder, aber stets nur in geringer Ausdehnung und Mächtigkeit.

Die Ackerböden des Alluvium im Berglande sind ähnlich den Verwitterungsböden der vorherrschenden Gesteine zusammengesetzt; der Kalkgehalt ist fast überall gering.

| CaO | MgO | $CO_2$ % |
|---|---|---|
| $\frac{0,05}{0,27}$ 0,14 | $\frac{0,01}{0,00}$ 0,05 | $\frac{0,01}{0,10}$ 0,07. |

Wo der Löß und der Muschelkalk in stärkerem Maße beteiligt sind, erhöht sich der Kalkgehalt etwas. Nur ein Schuttkegel bei Michelstadt, welcher Schutt vom Wellenkalk enthält, hat 0,27 % CaO, die übrigen dagegen wesentlich geringeren Kalkgehalt.

Die Wiesen im Berglande sind schon bei den Abteilungen, welche in der Hauptsache das Material für Bildung des Wiesenbodens geliefert haben, mitbesprochen. Die Böden sind überall sehr reich an Feinerde, der Humusgehalt ist meist beträchtlich, mitunter findet sich reiner Torf. Der Gehalt an Kalk, Magnesia und Kohlensäure ist überall gering, letztere meist nur in Spuren vorhanden (Tab. IIb). An Kali und Phosphorsäure sind die untersuchten Proben aus der Buntsandsteinformation arm und auch im Alluvium der Mümling, an dessen Bildung sich außer Buntsandstein noch Muschelkalk, Tertiär, Löß und Lehm beteiligen, sind beide Nährstoffe nur in mäßiger Menge vertreten; der Stickstoff ist dagegen überall reichlich vorhanden (0,27—0,41 %). An vielen Stellen sind die Wiesen künstlich bewässert und liefern auch befriedigende Erträge; an anderen Stellen, wo dieselben durch Quell- und Grundwasser versumpft sind oder wo durch übermäßiges Aufleiten des nährstoffarmen Buntsandsteinwassers bei unzureichender Entwässerungseinrichtung künstliche Versumpfung hervorgerufen wird, sind die Erträge vor allem in der Qualität des Futters unbefriedigend und es wäre hier durch Einrichtung rationeller Ent- und Bewässerungsanlagen und sachgemäße Benützung derselben, sowie des Wassers und durch Anwendung künstlicher Hülfsdüngemittel noch manches zu verbessern.

In dem Vorlande nördlich des eigentlichen Odenwaldes durchfließen die Bäche größere alluviale Auen, welche teils schwere, teils sandigere als Wiesen genützte Böden aufweisen, die zumeist ungeschichtet sind, aber hin und wieder Sand- und Geröllstreifen enthalten. Klemm giebt zwei Analysen des Auenlehms der Gersprenz (Erl. z. Bl. Babenhausen, S. 26):

| | Sand | Staub | Feinst. |
|---|---|---|---|
| 1 von der Neumühle bei Münster | 24,0 | 38,3 | 36,0 |
| 2 von der Morsmühle bei Dieburg | 33,7 | 24,9 | 41,1. |

Kleinere und wenig mächtige Moor- und Torflager finden sich hin und wieder, ebenso kleinere Lager von Wiesenkalk.

## Das Alluvium im Rheinthal.

Der diluviale Kies und Sand, welcher den Rheinthalgraben erfüllt, und der daraus entstandene Flugsand und Löß wurden vom Rhein und Neckar, sowie den Odenwaldbächen teils erodiert, teils mit Kies, Sand und Schlick überdeckt. Der Neckar floß früher nicht bei Mannheim in den Rhein, sondern in einer 5 bis 6 km breiten Aue am Fuße der Bergstraße entlang und mündete erst bei Trebur, in der Nähe der jetzigen Mainmündung, in letzteren; er überlagerte den Sand und Kies seines Überschwemmungsgebietes mit einer mehr oder weniger mächtigen Schicht sehr schweren und fruchtbaren Schlammes. In dieser alten Neckarau sind in dem ganzen Verlaufe von Heidelberg bis nach Trebur zahlreiche Stücke von Flußbetten, die jetzt teils vertorft, teils verschlickt, teils auch von den Schuttkegeln der Odenwaldbäche überdeckt sind, noch deutlich zu erkennen und zuerst vom Kulturingenieur Mangold in Darmstadt in ihrem Zusammenhange erkannt und nachgewiesen (Abhandlungen der Gr. Hess. geolog. Landesanstalt, Bd. II, Heft 2). Durch die Schlickablagerung sind die Sandböden des Rheinthales natürlich in hohem Grade verbessert, so daß der Unterschied der auf denselben angebauten Früchte im Vergleich zu denen des Sandgebietes ein erstaunlicher ist, und es werden die Unterschiede in den Reinerträgen in Zukunft sich zu Gunsten der Schlickländereien «des Riedes» noch mehr erhöhen, wenn einmal die jetzt noch mangelhafte Entwässerung eine dem intensiven Betriebe der Landwirtschaft entsprechende Gestaltung erhalten haben wird, was bis jetzt leider noch nicht der Fall ist.

Ähnlich liegen auch die Verhältnisse in dem vom Rhein überschlickten Gebiet, von welchem wir bereits einige Analysen in «den Bodenverhältnissen der Provinz Rheinhessen» mitgeteilt haben; von den Böden des Neckarschwemmlandes stehen uns nur die Untersuchungen von Prof. Dr. Klemm (Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof. Abhandlungen der Großh. Hess. geolog. Landesanstalt, Bd. III, Heft 1, Darmstadt 1897) zur Verfügung, von welchen wir die Mittelwerte mitteilen.

| Schlammanalysen. | Fein-boden | Sand % | Staub % | Feinstes % | Thon | Absorption |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Schwemmland des Neckar. | | | | | | |
| Nr. 5 Boden des Flugsandes, diluvial . . | — | 89 | 6 | 5 | — | 37 |
| „ 4 überschlickter Flugsand . . . . . | — | 73 | 14 | 13 | — | 78 |
| „ 3 desgl. mittelschwer. lehm. Sandboden | — | 72 | 17 | 11 | — | 63 |
| „ 2a humusreicher sandiger Schlickboden | — | 56 | 18 | 26 | — | 82 |
| „ 2 schwerer Schlickboden . . . . . . | — | 50 | 23 | 27 | — | 90 |
| „ 1 sehr schwerer Schlickboden . . . | — | 38 | 27 | 35 | — | 105 |
| Schlickboden Erl. z. Bl. Zwingenberg VIII . . . . . . . . . . | — | 17 | 26 | 57 | — | 87 |
| Rheinschlick von Mettenheim, Reinhessen . . . . . . . . . . . | 97 | 36 | 28 | 36 | 7,8 | 87 |
| desgl. sehr sandig v. Mombach . . | 100 | 57 | 18 | 25 | 2,5 | — |

Der Boden des diluvialen Flugsandes No. 5 ist infolge seiner großen Wasserdurchlässigkeit ein sehr geringwertiger Ackerboden; etwas besser ist schon der überschlickte Flugsand Nr. 4, bei welchem auf durchlässigem Sanduntergrund eine lehmige Ackerkrume ruht, welche durch die durch das Pflügen bewirkte Vermischung der Schlickschicht mit dem Sand entstanden ist. Der hochstehende Sanduntergrund läßt aber den Boden noch sehr leicht und vollständig austrocknen. Bei Nr. 3 ist die Schlickbeimischung noch stärker als bei dem vorigen und die Ackerkrume noch günstiger zusammengesetzt und vor allem tiefer, so daß ein lehmiger, gut drainierter und leicht zu bearbeitender Sandboden vorhanden ist, der sich für fast alle Gewächse sehr gut eignet. Der Boden 2a zeichnet sich durch beträchtlichen Humusgehalt aus und ist sonst noch genügend durchlassend und gut zu bearbeiten, im ganzen ein Boden von vorzüglicher Mischung.

Der schwere Schlickboden No. 2 ist ein Boden von vorzüglicher physikalischer Beschaffenheit, allerdings schon ziemlich schwer, da aber in 40 bis 60 cm Tiefe Sand darunter ansteht, so ist er von Natur gut drainiert, während der sehr schwere Schlickboden No. 1, in dessen Krume die feinsten Bestandteile noch stärker vertreten sind, in physikalischer Beziehung sich auch vor allem deshalb recht ungünstig verhält, weil er als Untergrund einen zähen, humusarmen, aber kalkreichen Letten hat. Drainage, welche hier mit großem Vorteil einzurichten wäre, ist durch den hohen Wasserstand in den Vorflutgräben unmöglich gemacht.

Noch schwerer als die schwersten Böden des Weilerhofes ist der von Zwingenberg Nr. VIII (Waldboden von Langwaden), während der Rhein-

schlick von Mettenheim fast genau mit dem schwersten Neckarschlick übereinstimmt. Die Thonbestimmung zeigt hier auch, daß der eigentliche Thongehalt gar nicht so sehr beträchtlich ist; außerdem wird aber auch die physikalische Beschaffenheit durch den meist beträchtlichen Kalkgehalt günstig beeinflußt und vor allem dann, wenn durch Tiefkultur die unteren oft mit Kalk angereicherten Schichten mit der Ackerkrume vermischt werden.

Die aus den von Dr. Klemm mitgeteilten chemischen Analysen berechneten Mittelwerte werden hierunter zusammengestellt. (Der Boden wurde hierbei mit konzentrierter Salzsäure gekocht, während er bei den Untersuchungen von Rheinhessen mit 10 % HCl erwärmt wurde.)

| Alluv. des Neckar vom Weilerhof (mit siedender konzentr. Salzsäure). Mittelwerthe. | | | CaO | $K_2O$ | $P_2O_5$ | N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. 5 | Boden des Flugsandes (diluvial) . . . . . | u | 0,70 | 0,67 | 0,08 | — |
| „ 4 | „ „ überschlickten Flugsandes . . . | a | — | 0,32 | 0,24 | — |
| | do. | u | 0,33 | 0,29 | 0,14 | 0,15 |
| „ 3 | mittelschwerer lehmiger Sandboden . . . . . | a | 1,33 | 0,34 | 0,10 | 0,21 |
| | do. | u | 1,24 | 0,57 | 0,30 | — |
| „ 2a | humusreicher sandiger Lehmboden . . . . . | a | 3,10 | 0,53 | 0,09 | 0,20 |
| „ 2 | schwerer Schlickboden . . . . . . . . . . | a | 2,65 | 0,50 | 0,08 | 0,20 |
| „ 1 | sehr schwerer Schlickboden . . . . . . . | a | 3,25 | 0,80 | 0,13 | 0,23 |
| | do. | u | 32,10 | 0,38 | 0,25 | — |
| | Schlickboden Erl. z. Bl. Zwingenberg VIII . | a | 0,73 | 1,01 | 0,15 | 0,27 |
| | Rheinschlick in Rheinhessen. | | | | | |
| | (10 % HCl erwärmt) . . . . . . . . . . | a | $\frac{7,6}{14,6}$ 9,2 | 0,21 | ? | 0,19 |
| | do. | u | $\frac{9,7}{19,3}$ 14,4 | — | — | — |

Diese Analysen des Neckarschlicks lassen den beträchtlichen Kalkgehalt der Ackerkrume und den sehr hohen des Untergrunds erkennen, jedoch ist von dem ursprünglichen Kalkgehalt schon viel ausgelaugt und hat sich teilweise im tieferen Untergrunde als «Rheinweiß» wieder niedergeschlagen. Wesentlich reicher an Kalk ist der jetzige zur Ablagerung gelangende Rheinschlick, wie dies die zahlreichen Untersuchungen aus Rheinhessen zeigen. Auffällig hoch ist der in konzentrierter kochender Salzsäure lösliche Anteil des Kali, so daß nach ausgeführten Versuchen Kalidüngung auf den Böden des Neckarschlicks vollständig wirkungslos ist; für die schweren Schlickböden ist Kainit geradezu ein Gift. Auch der Phosphorsäuregehalt ist in manchen Fällen sehr hoch, so daß in vielen Fällen auch Düngung damit unwirksam ist. Bei dem hohen Humusgehalte ist es erklärlich, daß der Stickstoffgehalt überall sehr hoch ist.

Die alten Flußbetten des Neckar sind in ihren älteren Strecken teilweise mit Schlick erfüllt und die Schuttkegel der Odenwaldbäche überdecken sie, während die jüngeren mit Moor und Torf erfüllt sind. Die jetzigen Betten der Odenwaldbäche führen ebenfalls Schlamm in die ferner liegenden Teile der Rheinebene.

Der Schutt, welchen heutzutage die Nebenflüsse dem Rhein aus dem Schwarzwald und den Vogesen zuführen, besteht größtenteils aus Granit- und Buntsandstein-Sand, er ist also kalkarm und wenig fruchtbar; dagegen liefert auch heute noch der Neckar einen kalkreichen und sehr fruchtbaren Schlamm und die Anwohner schätzen die fruchtbringenden Überflutungen durch das Neckarwasser sehr hoch, während die Fluten des Oberrheines, welche oft große Mengen des sterilen Sandes ablagern, gefürchtet werden. Eine von der Versuchsstation Darmstadt ausgeführte Analyse des Rheinschlicks von 1871 ist noch am Schluß der Tabelle III b aufgeführt.

Nach den Erhebungen von 1892 werden von der Gesamtfläche des Rheinthales genützt als

| Acker | Wiese | Wald |
|---|---|---|
| 50% | 16% | 28%. |

Mit Wald sind die Deichvorländer teilweise bestanden, außerdem sind die vom Alluvium umschlossenen Inseln des Flugsandes im Viernheimer, Lampertheimer, Lorscher und Jägersberger Wald.

Zum Schluß stellen wir die Resultate der Erhebungen über die Bodenbenützung in den einzelnen Gebieten nochmals zusammen.

Von der Gesamtfläche werden genützt als:

| im Gebiet des: | Acker % | Wiese % | Weinberg % | Wald % |
|---|---|---|---|---|
| Granit | 38 | 13 | 0,3 | 41 |
| Buntsandstein | 27 | 8 | 0,04 | 63 |
| Löß | 82 | (13) | 0,2 | — |
| Diluvium der Bergstraße | 60 | 23 | 6,3 | 5 |
| „ nördlich des Odenwaldes | 35 | 11 | — | 46 |
| Alluvium des Rhein und Neckar (eingeschlossen diluv. Inseln) | 50 | 16 | — | 28. |

Weitere Untersuchungen über den Einfluß des Bodens auf den Betrieb der Landwirtschaft bleiben späteren Veröffentlichungen vorbehalten.

## III. Die Wasserverhältnisse. (Tabelle VIa u. b.)

Die vorhandenen Beobachtungen der Niederschläge sind von Dr. Greim zusammengestellt in dem von Volk herausgegebenen Werke «Der Odenwald»; danach sind leider viele dieser Beobachtungen mit großen Mängeln behaftet und eigentlich nur die in Darmstadt vom Großherz. Katasteramt ausgeführten zuverlässig, so daß wir leider erst nach Jahren, wenn die Beobachtungen der jetzt neugegründeten Stationen vorliegen werden, über das Klima und im speciellen über Höhe und Verteilung des Niederschlags sicher orientiert sein werden. Wir müssen daher die in Baden und Preußen gemachten Beobachtungen heranziehen und stellen in folgender Tabelle die mittleren jährlichen Regenhöhen zusammen (teilweise nach Greim l. c.) nebst den Meereshöhen der Stationen.

| Höhe | | | Höhe | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 90 m | Kreuznach . . . | 48 cm | 120 m | Heidelberg . . . | 74 cm |
| — | Grünstadt in d. Pfalz | 43 » | 512 » | Felsberg . . . . | (100) » |
| 140 m | Monsheim b. Worms | 58 » | 205 » | Michelstadt . . . | (66) » |
| 98 » | Mannheim . . . | 50 » | 130 » | Eberbach . . . | 76 » |
| 85 » | Mainz . . . . . | 58 » | 443 » | Kohlhof bei Heidelberg . . . . | 94 » |
| 113 » | Wiesbaden . . . | 61 » | 400 » | Etzenau . . . . | 93 » |
| 177 » | Messel . . . . | 66 » | 345 » | Buchen . . . . | 75 » |
| 140 » | Darmstadt . . . | 74 » | 137 » | Aschaffenburg . . | 71 ». |
| 102 » | Bensheim . . . | (64) » | | | |

Das regenarme Gebiet der Provinz Rheinhessen erstreckt sich auch über einen Teil des rechtsrheinischen Rheinthales bis nach Messel; der Ostrand des letzteren (Darmstadt bis Heidelberg) hat schon stärkeren Regenfall. Das niederschlagsreichste Gebiet sind die Höhen des vorderen Odenwaldes (die Angabe für Felsberg ist aber jedenfalls zu hoch).

Dann folgen die höher gelegenen Stationen des hinteren — badischen — Odenwaldes mit 90 cm und mehr jährlicher Regenhöhe, während in Michelstadt, Eberbach und Buchen mit 66 bis 76 cm — mit Berücksichtigung der Höhenlage — nur mäßige Niederschläge fallen. Man kann deshalb wohl annehmen, daß in der Rheinebene und im nördlichen Vorlande des Odenwaldes bis zum Main, sowie auch im inneren Odenwald selbst der durchschnittliche Regenfall eine geringe bis mittlere Höhe erreicht, und nur die Höhen im vorderen Odenwald in dieser Beziehung etwas bevorzugt sind. Hiermit steht auch die augenfällige Wasserarmut der Quellen und der meisten Bäche des Odenwaldes im Verhältnis.

Das Maximum des Regenfalles liegt nach den Aufstellungen von Dr. Greim im Juni (Juli), das Minimum im April (und Februar); im Frühling fallen 14—21 %, im Sommer 30—35 % des gesamten Regenfalles.

Die Unterschiede in der Temperatur sind in unserem Gebiete (so weit dies durch die vorhandenen Beobachtungen ausgedrückt wird) nicht beträchtlich; das Mittel des Juli beträgt für Darmstadt, Bensheim und Heidelberg 18,6 bis 18,9°, für Felsberg und Michelstadt 16,1 und 16,3°, während die Monatsmittel des Januar für erstere — 0,4 bis — 1,70 und für letztere — 3,1 bis — 3,2° betragen. Das Klima der Bergstraße ist, wie bekannt, das wärmste in Deutschland; Wein und Mandeln gedeihen hier auf den Süd- und Westhängen überall, ebenso wie die Edelkastanie, die man auch im inneren Odenwald auf den Abhängen in prachtvollen gesunden Stämmen in großer Anzahl bewundert, und die bei Lindenfels bis auf 350 m und bei Vierstöck etwa ebenso hoch hinaufsteigt; im Schwarzwald bringt sie sogar im hinteren Durbachthal in 500 m Höhe reiche Früchte. In den Thälern sammelt sich im Winter die kalte Luft vor allem in windstillen Nächten, während die Sonnenstrahlen tagsüber beträchtliche Erwärmung hervorrufen, so daß hier im Laufe des Tages die Temperatur oft zwischen weit auseinanderliegenden Grenzen schwankt, während auf den Höhen wochenlang gleichmäßige hohe Temperatur oder heiteres Frostwetter herrscht.

## Quellen und Grundwasser.

Die geringe Regenhöhe, von welcher ein beträchtlicher Teil im Sommer fällt und sofort verdunstet oder von den Pflanzen aufgenommen wird, läßt nur verhältnismäßig wenige und schwache Quellen und demgemäß auch wasserärmere Bäche entstehen, was vor allem im Vergleich mit dem ähnlich aufgebauten, aber wesentlich regenreicheren Schwarzwald in die Augen fällt.

Im Granitgebiete, wo das wasserundurchlässige Gestein meist nur von einer mäßig starken Schuttschicht überdeckt ist, entspringen an den Abhängen der sehr zahlreichen Thäler und Thälchen kleinere Quellen, oder das Wasser versumpft die Wiesen und giebt zu Moorbildung Veranlassung. Da es sehr leicht ist, diese Quellen zu fassen und bei dem vorhandenen starken Gefälle die Leitung des Wassers in geschlossenen Röhren nur wenig Kunst und Kosten erfordert, so sind sehr viele Ortschaften und Einzelhöfe des Odenwaldes und noch mehr im Schwarzwalde mit laufendem Quellwasser reichlich versorgt. Es ist dies um so wichtiger, als die entfernte Lage der Quellen von den Gehöften den besten Schutz gegen die Ver-

unreinigung des Brauchwassers bietet, welche, wie wir für Rheinhessen nachgewiesen haben, in manchen altbewohnten Orten bis zu einem fast unglaublichen Grade fortgeschritten ist. Das eigentliche Gestein des Granites enthält wohl Bergfeuchtigkeit, aber natürlich kein Grundwasser, so daß auch die Gewinnung von solchem aus Brunnen nur möglich ist, wo eine sehr starke Schuttschicht oder stärkere Alluvialschichten die Ansammlung eines Wasservorrates gestatten. Nordenskjöld teilt allerdings mit (Geologiska förenings i Stockholm forhandlinger, 1896), daß es gelungen sei durch Bohren von Brunnen im festen Granit, Lotsenstationen und Leuchttürme, die auf kleinen Inseln oder dicht am Meeresstrande gelegen sind, mit Trinkwasser zu versorgen, und daß ein solcher Brunnen von 30 m Tiefe 500 bis 2000 l süßes Wasser stündlich liefern könne; aus unserem Gebiete sind aber solche Beobachtungen noch nicht bekannt geworden.

Die Thäler sind im Granitgebiet außerordentlich vielfach verzweigt, so daß das Terrain in eine sehr große Anzahl kleiner Rücken zerteilt ist und den einzelnen Quellen auch nur kleine Niederschlagsgebiete zugeteilt sind; deshalb ist die gelieferte Wassermenge in den meisten Fällen auch nur gering.

Wir haben die auf der topographischen Karte 1: 25000 aufgezeichneten Quellen gezählt und festgestellt, daß im Granitgebiet des Odenwaldes durchschnittlich entfallen $1{,}_3$ Quellen auf einen Quadratkilometer.

Ganz im Gegensatz zu dem eben Behandelten finden sich im Gebiet des Buntsandsteines meist wasserdurchlässige Gesteine, welche auch noch von vielen drainierenden Spalten und Verwerfungen durchzogen sind. Die dazwischenliegenden Lettenschichten halten das durch die durchlassenden Sandsteine nach unten sickernde Wasser auf, leiten es nach den Abhängen, an denen sie zu Tage treten und lassen hier Wasserstreifen oder zahlreiche Quellen entstehen. Der am besten ausgebildete Quellenhorizont unseres Gebietes ist der über den Letten des unteren Buntsandsteins, jedoch entspringen auch auf den in den höher liegenden Horizonten eingelagerten Lettenschichten zahlreiche kleine Quellen. Auf der topographischen Karte sind aber durchschnittlich nur $0{,}_7$ Quellen auf einem Quadratkilometer verzeichnet, also etwa halb soviel wie im Granitgebiete.

Wenn die durchlassenden Gesteine ohne Unterbrechung durch wasserhaltende Lettenschichten bis auf die Thalsohlen hinabreichen, so tritt das Grundwasser meist nur in dieser zu Tage, versumpft die Wiesen und giebt Veranlassung zu Moor- und Torfbildung.

Die Oberfläche des Buntsandsteins ist wesentlich anders modelliert als die des Granitgebietes, indem hier an Stelle sehr zahlreicher, vielfach ver-

zweigter Thäler und Thälchen nur wenige einfach gebaute vorhanden sind; während das Terrain des Granitgebietes in eine Unzahl kleiner Rücken zerlegt ist, herrschen in dem des Buntsandsteins wenige Rücken von großer Ausdehnung und äußerlich kompaktem Bau vor.

Zur Charakterisierung dieses Verhältnisses haben wir die Thallängen der auf der topographischen Karte gezeichneten Wasserläufe gemessen und die auf 1 qkm Fläche entfallende Länge derselben berechnet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| im Granitgebiet | auf 1 qkm | 1,50 km | Thallänge, |
| „ Buntsandstein | „ „ „ | 0,68 „ | „ . |

Da in unserem Gebiet von beschränktem Umfange die sonstigen die Thalbildung beeinflussenden Faktoren erhebliche Unterschiede nicht aufweisen können, so müssen wir annehmen, daß die so außerordentlich verschiedenen Werte durch die Natur des Grundgesteins und seine Lagerungsverhältnisse bedingt sind.

Es ist auch erwiesen, daß die Beschaffenheit des Gesteins den Abflußvorgang des Wassers in den Flußbetten wesentlich beeinflußt; so teilt Belgrand mit, daß die Hochwasserwellen der Flüsse mit undurchlassendem Einzugsgebiete steil und sehr hoch ansteigen und schnell abfallen, während die mit durchlassendem wenig hohe und langsamer steigende und allmählich abfallende Wellen zeigen. Ferner schwankt die Durchlaßöffnung der Brücken

| | | | |
|---|---|---|---|
| in undurchlassendem Terrain | von 0 bis 0,24 qm | für 1 qkm | Niederschlagsgebiet, |
| in durchlassendem „ | „ 0,2 —1,4 qm | „ „ „ | „ |

(Belgrand, la Seine, Paris 1873). Für die Flüsse des Schwarzwaldes im Buntsandstein und Granitgebiet stehen durch die Veröffentlichungen der badischen und württembergischen Behörden Messungen der Abflußmengen bei verschiedenen Wasserständen zur Verfügung. (Beiträge zur Hydrographie von Baden, Heft V und VIII, Verwaltungsbericht der Kgl. Württembergischen Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau für die Rechnungsjahre 1895/96 und 96/97). Es betrugen danach die sekundlichen Abflußmengen der Flüsse im Buntsandsteingebiet (Enz, Nagold, Alb):

| bei Niedrigwasser | Mittelwasser | Hochwasser |
|---|---|---|
| 3 bis 6 l | 7 bis 26 l | 800 bis 1400 l, |

und derer im Granit-(Gneiß-)Gebiet (Elz, Murg, Kinzig, Rench, Schlücht und Wiese):

| | | |
|---|---|---|
| 3 bis 9 l | 6 bis 20 l | 840 bis 1900 l, |

und von Bober und Queiß im Granit des Riesengebirges:

2 l 17 l 1750 bis 1880 l

für jedes Quadratkilometer; und es schwankt das Verhältnis der bei Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser abfließenden Wassermengen zwischen

| | Niedrigwasser | : | Mittelwasser | : | Hochwasser |
|---|---|---|---|---|---|
| im Gebiet des Buntsandsteins | 1 | : | 1,7 bis 4 | : | 200 bis 300 |
| im Granit | 1 | : | 1,7 bis 2 | : | 125 bis 260. |

Aus diesen Zahlen, die für Flußgebiete von 120 bis 1400 qkm Größe festgestellt wurden, läßt sich der Einfluß der verschiedenen Durchlässigkeit des Terrains auf die Wasserführung wohl nicht erkennen; jedoch sagt Honsell, daß sich die Flüßchen und Bäche des Buntsandsteins von denen des Urgebirges durch minder schroffen Abfluß der Hochwässer unterscheiden. (Der Rheinstrom, S. 177.)

Die Gewitter erzeugen in den Flüssen, welche das im Windschatten des Schwarzwaldes belegene Buntsandsteingebiet entwässern, Enz und Nagold, Hochwasserwellen von hoher, spitziger und schnellabfallender Form; während die Wellen der infolge von Landregen entstehenden Hochwasser einen niederen Scheitelpunkt mit langsamer Abflachung zeigen. Die Schneeschmelzwässer erzeugen für gewöhnlich eine kräftig ansteigende, sich längere Zeit auf beträchtlicher Höhe erhaltende und langsam abfaliende Flutwelle von wesentlich längerer Dauer als die der Sommerhochwässer. Besonders hoch und gefährlich werden die Schneeschmelzhochwässer, wenn warme Niederschläge bei steigender Temperatur fallen.

In den Niederschlagsgebieten der die Süd- und Westabhänge des Schwarzwaldes, die Windseite, entwässernden badischen Flüsse fallen höhere Niederschläge und auch in etwas anderer Verteilung als im Gebiet der württembergischen Flüsse im Windschatten des Gebirges.

## Qualität des Wassers.

Da in unserem Gebiete sehr viel- und sehr verschiedenartig zusammengesetzte Gesteine vorhanden sind, so müssen auch die im Wasser gelösten Salze in den einzelnen Gebieten nach Menge und Zusammensetzung sehr wechseln. Die genaue Erforschung dieser Verhältnisse ist nach unserer Meinung eine Aufgabe der praktischen Geologie, da sich außer bei der geologischen Detailaufnahme niemals wieder Gelegenheit bietet, so ins Einzelne gehend, den Ursprung der Quellen und Bäche und damit die Herkunft der im Wasser derselben gelösten Stoffe zu ermitteln, und es könnte nicht ausbleiben, daß aus dem genauen Studium der Wasserverhältnisse

sich auch mancherlei Hinweisungen auf die Natur der Gesteine ergeben würden und dadurch auch manche geologische Verhältnisse, die jetzt vielleicht verborgen bleiben, aufgeklärt würden, ganz abgesehen von dem hohen praktischen Nutzen, den detaillierte Kenntnis der Wasserverhältnisse für Landwirtschaft und Industrie gewähren muß. Leider widmet man diesem Punkte bis jetzt aber nicht die nötige Aufmerksamkeit; ja in vielen Erläuterungen zu geologischen Karten finden sich nicht einmal Andeutungen über diese wichtigen Verhältnisse; nur gelegentlich und zumeist bei Anlegung von Wasserleitungen werden einige Untersuchungen ausgeführt, wobei man sich aber darauf beschränkt, für die gerade vorliegenden praktischen Bedürfnisse die nötige Aufklärung zu schaffen, und die genaue Bestimmung der Horizonte, aus denen die Wässer entnommen werden, verabsäumt. Die wenigen Analysen, welche wir aus dem Gebiete des Buntsandsteins und Granites mitteilen können, verdanken wir dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Dr. Sonne, Vorsteher der Großherzogl. chem. Prüfungsstation zu Darmstadt, Herrn Meliorationsbaurat Mangold daselbst und den Herren Bürgermeistern verschiedener Orte; wir haben deshalb auch die in anderen Gegenden gemachten Untersuchungen zur Klarstellung der Verhältnisse heranziehen müssen. Aus dem Diluvium nördlich des Odenwaldes und dem Rheinthale liegen dagegen zahlreiche und von Herrn Dr. Sonne und den Verwaltungen der städtischen Wasserwerke, wie Mainz, Darmstadt, Frankfurt, Offenbach a. M. etc., mitgeteilte Untersuchungen vor, so daß wir doch im ganzen etwa 200 mehr oder weniger vollständige Analysen und außerdem noch eine größere Anzahl von Bestimmungen der Härte und des Rückstandes haben benutzen können.

Es ist nicht möglich, alle diese Analysen einzeln abzudrucken, wir haben deshalb auf Tabelle VIa je

$$\frac{\text{Minimum-}}{\text{Maximum-}}\ \text{Mittel}$$

aus allen vorhandenen Resultaten zusammengestellt, und zwar bedeuten die Zahlen Milligramme der gelösten Substanzen im Liter Wasser; in Tabelle VIb sind ebenfalls die Maxima, Minima und Mittel zusammengestellt, nachdem in den Einzelanalysen der prozentische Gehalt des Rückstandes an den einzelnen Stoffen berechnet war.

Die beiden ersten Spalten: Ges. Härte in deutschen Graden und Rückstand im Liter sind beiden Tafeln gemeinschaftlich.

Zum Vergleich sind auch die Analysen des Rhein-, Main-, Neckar-

und Nahewassers. sowie die einiger Quellenhorizonte in Rheinhessen hinzugefügt.

### A. Wasser im Granitgebiet.

Aus dem Gebiet des Odenwaldes stehen uns nur folgende Analysen reiner Wässer zur Verfügung:

Milligramm im Liter:

| | Härte | Rückstand. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | Org. Subst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. | 2,5 | 96 | 14 | 1,5 | 19 | 6 | 5,4 | 1,1 | 7,3 | — | 3,9 | — |
| b. | 1,6 | 64 | 9 | 1,4 | 12 | 3 | — | — | — | 1,7 | — | — |
| c. | 3,5 | 118 | 25 | 2 | 25 | 7 | — | — | 9 | 8 | 2,5 | 2,3. |
| | | | | Zusammensetzung des Rückstandes: | | | | | | | | |
| a. | — | 100: | 15 | 1,5 | 20 | 6 | 5,6 | 1,1 | 7,6 | — | 4,1 | — |
| b. | — | 100: | 14 | 2 | 19 | 5 | — | — | — | 3 | — | — |
| c. | — | 100: | 21 | 2 | 21 | 6 | — | — | 8 | 7 | 2,1 | —. |

a. Wasser des Löwenbrunnen in Schlierbach bei Heidelberg nach Dittrich, Mitt. des Gr. Bad. geolog. Landesanstalt, Band IV, Heft 1.

b. Brunnenwasser von Bensheim (G. Müller) nach Dr. Sonne.

c. Quellenleitung von Reichenbach desgl.

Dieses letzte entstammt dem Hornblendegranit und Diorit und weicht daher von den eigentlichen Granitwässern ab durch hohen Rückstand, Kalk- und Magnesiagehalt.

Von den noch vorhandenen Untersuchungen der Wässer der Granitformation anderer Gegenden haben wir zur Berechnung der in Tabelle VI a und b aufgeführten äußersten und Mittelwerte noch benützt 12 Analysen von Schwager (Untersuchungen der Quell- und Flußwässer des Fichtelgebirges, Geognost. Jahreshefte, München 1892), ferner 11 Analysen von Hannamann (Die chemische Beschaffenheit der fließenden Gewässer Böhmens, Prag 1894 und 98), eine Analyse des Wassers der Naabquelle von Späth (Beiträge zur Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse von Oberfranken. Inaugural-Dissertation, München 1889) und eine Analyse des Wassers vom Rabensteinbrunnen von Metzger (Beiträge zur Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse des bayerischen Waldes, Inaugural-Dissertation, Erlangen 1892). Aus dem französischen Granitgebiet liegen vor 9 Analysen von Barral über Quellwasser der Haute-Vienne, und zwei Analysen von Lechartier über Wasser der Bretagne.

Die in Tabelle VI aufgeführten Werte zeigen, daß die Wasser der Granitformation überall von einer großen Reinheit sind; Härte und Rückstand sind so gering, wie kaum in einer anderen Formation, in unserem Gebiete kommen nur die aus dem Buntsandstein ihnen nahe. Die höchsten Werte zeigen die drei oben aufgeführten Analysen, und das Maximum von diesen das Wasser von Reichenbach, welches aus Diorit und Hornblendegranit stammt, dessen Rückstand auch zu 21 % aus CaO besteht, während im Mittel nur 12 % vorhanden sind.

An der Zusammensetzung des Rückstandes ist in hervorragendem Maße die Kieselsäure beteiligt (23 %); auch hierin ähnelt das Wasser der Buntsandsteinformation dem des Granites. Der Rückstand des Naabquellen-Wassers besteht zu 40 % aus $SiO_2$.

Thonerde und Eisen sind meist nur mäßig vorhanden, Eisen oft nur in Spuren, so daß die Thonerde überwiegt. Reich sind die Wasser an Natron und Kali, und es beruht hierauf zum Teil der Erfolg, den man mittelst derselben bei der Bewässerung der Wiesen erzielt; jedoch ist Natron fast in allen Fällen in sehr viel größerer Menge vorhanden als Kali, was seinen Grund einesteils in der leichteren Zersetzbarkeit der Natronsilikate und anderenteils in der Absorption des Kali durch die Vegetation, den Boden und Gesteinsgrus haben mag, wie bereits oben erwähnt. Nach Hannamann verhält sich in den böhmischen Graniten $Na_2O : K_2O = 1 : 2$, im Wasser dagegen $= 2 : 1$.

Von allen untersuchten Wässern haben die des Granitgebietes durchschnittlich den geringsten Kalkgehalt; die Naabquelle führt davon bloß 0,7 CaO mgr im l und am Rückstand ist er nur mit 3,5 % beteiligt, das Maximum hat das Quellwasser von Reichenbach (25 mgr im l und 21 % des Rückstandes), welches aus Diorit und Hornblendegranit entspringt. Wässer aus Diabas enthielten nach Schwager 28 und 32 mgr CaO.

Da die Magnesia gleichfalls nur in geringer Menge vorhanden ist, so ist auch die Gesamthärte überall höchst gering (Min. Naabquelle 0,1° Härte, Max. Reichenbach 3,5) und es sind daher diese Wässer für technische Zwecke sehr geeignet; die Industrie von Mülhausen im Elsaß verdankt ihre Blüte nicht zum kleinsten Teile dem reinen Granitwasser der Vogesenflüsse, da das harte Wasser der aus dem Jura kommenden Ill für viele technische Zwecke ganz ungeeignet ist. Nach Regelmann haben die Granitwasser in Württemberg 1,2 bis 3,9° Härte; Belgrand bestimmte sie in 10 Quellen des Morvan zu 1,0 bis 4,0°.

Als Trinkwasser für Menschen und Tiere ist solch kalkarmes Wasser weniger geeignet; nach den Untersuchungen von Neßler enthielt das Wasser der auf dem Granit liegenden Höfe, auf denen die Hinschkrankheit (Knochenbrüchigkeit) endemisch ist, fast gar keine Aschenbestandteile und war daher auch sehr kalkarm, sowie auch das auf diesen Böden gewachsene Futter.

Chlor und Schwefelsäure ist meist reichlich, Phosphorsäure nur in Spuren vorhanden. Oft sind auch beträchtliche Mengen organischer Substanz (Humus) in Lösung; so sticht das Wasser der vom granitischen Fichtelgebirge, böhmischen und bayerischen Walde der Donau zuströmenden Flüsse durch seine braune Farbe merkwürdig gegen die weißlich-grüne der aus dem Kalkgebirge von Süden kommenden ab.

Nach einer Mitteilung des Herrn Kulturinspektor Becker im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung beträgt die Ergiebigkeit der Quellen im Urgebirgsterrain des südlichen Schwarzwaldes bei St. Blasien und Wehr

| im Mittel | im Minimum |
|---|---|
| 1,2 bis 2,3 l, | 0,4 bis 0,76 l, |
| durchschnittlich 1,9 l, | durchschnittlich 0,53 l, |

vom qkm in der Sekunde.

Dort wo kalkreiche Diluvialschichten des Flugsandes und Löß den Granit in erheblicher Ausdehnung und Mächtigkeit überdecken, machen sie auch das Wasser wesentlich härter und damit auch für die Zwecke der Ernährung von Menschen und Vieh besser. So fand sich in einem reinen Brunnenwasser von Fürth i. O. im Liter:

| Härte | Rückst. | Ca O | Mg O | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 21° | 278 mgr | 172 | 30 | 12 | 6,5 | 6,8 |
| | 100 | 62 % | 11 % | 4,3 % | 2,3 % | 2,4 %. |

Es hat dieses Wasser mit dem des Granites gar keine Ähnlichkeit mehr, sondern entspricht vollständig dem des kalkreichen Diluvium.

Das Wasser der Bäche und Flüsse entspricht ganz dem der Quellen und Brunnen, wie die Untersuchungen von Schwager für das Fichtelgebirge und von Hannamann für das Riesengebirge in Böhmen ergeben.

Im Liter mgr.

| Bäche | Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. im Fichtelgebirge in Böhmen | 0,5 | 44 | 13 | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 3,3 | 1,9 | 1,9 | 5,4 | 3,6 |
| b. zur Eger fließend | 1,6 | 65 | 11 | 1 | 10,9 | 4,0 | 8,8 | 4,1 | 3,1 | 7,6 | 1,7 |
| c. Elbe, Iser u. Nebenbäche | 0,2 | 22 | 4 | 1 | 1,7 | 0,5 | 2,1 | 1,0 | 1,7 | 1,3 | 0,3. |

Zusammensetzung des Rückstandes:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. | — 100: | 30 | 6 | 5 | 4 | 8 | 4 | 4 | 12 | 16 |
| b. | — 100: | 17 | 2 | 17 | 6 | 14 | 6 | 5 | 11 | 3 |
| c. | — 100: | 18 | 5 | 8 | 2 | 10 | 5 | 8 | 6 | 4. |

Der Gehalt an Kalk und Magnesia ist überall recht gering, der an Kieselsäure und Alkalien dagegen hoch, und es ist den letzteren wohl der überall sichtbare vortreffliche Erfolg bei Verwendung des Wassers zur Bewässerung der Wiesen zu verdanken.

Die Quellbäche der Hauensteiner Alb, die am Südabhang des Felsberges im Schwarzwald in Gneiß und Granit entspringen, haben 0,2 bis 0,9 Härte und 37 bis 97 mgr Rückstand im l. (Beiträge zur Hydrographie von Baden, VI. Heft, 1889.)

Über die Zusammensetzung des Schlammes der Granitwässer liegen Untersuchungen von Schwager vor. (Hydrochemische Untersuchungen des bayerischen Donaugebietes, 1894.)

Der Schlamm enthält danach Hundertstel:

| | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CO_2$ | Wasser org. Subst. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| der Ilz | 51,8 | 18,2 | 4,5 | 1,1 | 1,7 | 4,8 | 1,7 | 0,7 | 15,4 |
| des Regen | 79,1 | 9,4 | 3,0 | 1,4 | 0,7 | 2,4 | 1,0 | 0,6 | 2,5 |
| der Isar | 17,0 | 6,4 | 1,4 | 29,7 | 8,2 | 0,1 | 0,3 | 32,5 | 4,5. |

Das Einzugsgebiet der Ilz besteht vorherrschend aus Granit, das des Regen zu 92 % aus Granit und Gneiß, das der Isar oberhalb München dagegen zu 33 % aus den Kalkalpen und zu 67 % aus den gleichfalls sehr kalkreichen Schichten der Hochfläche.

## B. Das Wasser des Buntsandsteingebietes.

Aus der Zahl der vollständigen Analysen führen wir hier beispielsweise die folgenden an: 1. Wasser der Küchenquelle aus dem unteren Buntsandstein von Heidelberg nach Dittrich, 2. Obere Rombachquelle aus den mittleren Buntsandsteinen ebenda, 3. Analyse des Wasserleitungswassers von Erbach im Odenwald, 4. Stadtquelle von Lohr im Spessart nach Pecher, 5. Quelle der Wasserleitung von Neustadt a. Haardt nach Dr. E. List.

Milligramm im Liter:

| | Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $Na_2O_1$ | $K_2O$ | $Cl$ | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,8 | 63 | 11 | 0,5 | 13,8 | 3,2 | 3,0 | 1,4 | 5,1 | — | 5,8 | — |
| 2. | 1,0 | 31 | 7 | 0,3 | 7,2 | 1,0 | 1,8 | 1,3 | 4,8 | — | 0,6 | — |
| 3. | 0,3 | 20 | 10 | Sp. | 2,5 | 0 | 0,6 | 4,0 | 1,0 | — | — | — |
| 4. | 0,6 | 27 | 8 | — | 5,3 | 0,4 | 1,9 | 2,7 | 3,5 | — | — | 5,0 |
| 5. | 2,0 | 56 | 7 | 1,7 | 16,9 | 3,2 | 2,9 | 6,2 | 7,0 | 6,8 | 1,4 | 12,0. |
| | | | | | Zusammensetzung des Rückstandes in Hundertsteln: | | | | | | | |
| 1. | — | 100 | 17 | 0,8 | 21,9 | 5,1 | 4,8 | 2,2 | 8,1 | — | 9,2 | — |
| 2. | — | 100 | 23 | 1,0 | 23,2 | 3,2 | 5,8 | 4,2 | 15,5 | — | 1,9 | — |
| 3. | — | 100 | 50 | 0,1 | 12,5 | 0 | 3,0 | 20,0 | 5,0 | — | — | — |
| 4. | — | 100 | 29 | — | 19,6 | 1,6 | 7,2 | 10,1 | 13,0 | — | — | 18,5 |
| 5. | — | 100 | 12 | 3,0 | 30,2 | 5,7 | 5,2 | 11,1 | 12,5 | 12,1 | 2,5 | 21,4. |

Außerdem liegen uns noch eine größere Zahl mehr oder weniger vollständiger Analysen aus dem Gebiete des Odenwaldes vor, die von Herrn Dr. Sonne und Herrn Meliorationsbaurat Mangold-Darmstadt und den Bürgermeistern verschiedener Orte zur Verfügung gestellt und bei Berechnung des Mittels für Härte und Rückstand mitbenützt wurden. Im Mittel von 15 Analysen enthalten die Wässer des Buntsandsteins die unter I aufgeführten Beträge in Milligramm im l, in der zweiten Zeile ist die prozentische Zusammensetzung des Rückstandes enthalten; unter II sind dieselben Werte von 11 Quellwässern des Vogesensandsteins nach Imbeaux aufgeführt. (Les eaux potables Paris, Baudry & Co., 1895.)

Mittel, Milligramm im Liter:

| | Harte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | $Cl$ | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 1,6 | 48 | 10 | 0,9 | 10 | 2 | 2,8 | 3,5 | 5,4 | 4,5 | 1,7 | 9,4 |
| | | 100: | 20 | 1,5 | 20 | 4 | 5,4 | 8 | 11 | 5,3 | 3,2 | 15,5. |
| II. | 1,7 | 30 | 3 | 9 | 13 | 3 | 5 | | 3 | 2 | 0 | — |
| | | 100: | 10 | 30 | 43 | 10 | 17 | | 10 | 6,7 | — | — |

Die durch die Analysen festgestellten Höchst- und Niedrigst-Werte giebt Tabelle VIa-b.

Der Rückstand ist in allen Fällen sehr gering und besteht in unserem Gebiete ähnlich wie in dem des Granites zu 20 % aus Kieselsäure; die Analysen der Vogesenwässer weisen dagegen bloß 10 % $SiO_2$ nach. Die Härte beträgt im Mittel nur 1,6 bis 1,7°, während Regelmann für die Wässer

des Buntsandsteins in Württemberg 0,2 bis 2,2° angiebt. Diese große Reinheit des Wassers, so sehr sie für viele technische Zwecke geschätzt wird, wirkt vor allem auf die Ernährung des Jungviehs schädigend ein, wie schon oben bei den Granitwässern erwähnt, wenn nicht der Mangel an knochenbildenden Salzen durch Beigabe anderer, an Kalk und Phosphor verhältnismäßig reicher Futtermittel ersetzt wird.

Aus der bayerischen Pfalz liegen noch Untersuchungen der Leitungswässer vor von:

| | Härte | Rückst. | CaO | MgO | Cl |
|---|---|---|---|---|---|
| Pirmasenz | 2,5 | 45 | 15,2 | 6,9 | 4,9 |
| Zweibrücken | — | 40 / 46 | — | — | 3,5 / 7,1 |
| Kaiserslautern 6 Quellen | — | 30 / 56 40 | — | — | 7 / 8 7. |

Sie haben etwa die Zusammensetzung des Durchschnitts der Wässer des Buntsandsteins.

Die Großh. badische Kulturinspektion Tauberbischofsheim teilte uns die Analyse des Wassers der Leitung in Freudenberg a. M. und die zu Mosbach die Resultate der Untersuchung von drei Quellen, die zu Fahrenbach im badischen Odenwald nördlich von Mosbach in ca. 360 m Meereshöhe gelegen sind, mit:

| | Härte | Rückst. | Cl | $N_2O_5$ | Sauerstoffverbrauch |
|---|---|---|---|---|---|
| Freudenberg | 3,5 | 120 | — | — | 1,5 |
| Fahrenbach | 0,6 | 35 | 10 | 4,0 | 0,4 bis 0,7. |

Das letztere zeichnet sich durch sehr niedrige Härte und die geringe Menge löslicher Salze aus.

Im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung von 1889 hat Herr Kulturinspektor Becker in Karlsruhe einige Angaben über die Ergiebigkeit der Quellen im Schwarzwald und Odenwald gemacht, woraus sich ergiebt, daß die beobachteten Quellen in der Buntsandsteinformation des Odenwaldes vom Quadratkilometer in der Sekunde liefern:

| im Mittel: | im Minimum: |
|---|---|
| 0,3 bis 3,7 l, | 0,1 bis 0,9 l, |
| durchschnittlich 1,7 l, | durchschnittlich 0,41 l; |

im südlichen Schwarzwald dagegen:

| | |
|---|---|
| 0,6 bis 1,1 l, | 0,35 bis 0,7 l, |
| durchschnittlich 0,85 l, | durchschnittlich 0,54 l. |

Auch in Thüringen und Mitteldeutschland sind die Wässer der Buntsandsteinformation ganz ähnlich beschaffen wie in unserem Gebiete; so hat z. B. das Wasser der Leitung zu Daßel, Prov. Hannover,

0,7 — 0,9 Härte und 45 bis 95 mgr Rückst.

Reinhardt führt in seinen «Grundlagen zur Beurteilung des Trinkwassers» [Halle 1880, Buchhandlung des Waisenhauses, S. 34] eine Analyse von Wasser der Buntsandsteinformation aus der Gegend von Rudolstadt an, mit

| Härte | Rückstand | Ca O | Mg O |
|---|---|---|---|
| 1,5 | 90 | 10 | 3,6. |

Obgleich die Menge des Rückstandes recht hoch ist, kann es doch ein reines Wasser der genannten Formation sein.

Die andern am genannten Orte aufgeführten Analysen von Wässern, die angeblich der Buntsandsteinformation entstammen sollen, mit:

| Härte | Rückst. | Ca O | Mg O |
|---|---|---|---|
| 7,8 | 190 | 39 | 7 |
| 14,0 | 300 | 73 | 48 |

sind sicher keine *reinen* Buntsandsteinwässer; sie dürften aus Quellen stammen, die auf dem in Thüringen so weit verbreiteten Quellenhorizonte *über dem Röt* entspringen und demgemäß Wasser führen, welches der *Muschelkalkformation* ganz oder zum großen Teil entstammt. Die Angaben von Reinhardt sind auch in mehreren vor kurzem erschienenen Veröffentlichungen, wie Blücher, Das Wasser, Leipzig 1900, und Handbuch der Hygiene von Weyl, I. Band, S. 752, Jena bei Gustav Fischer, kritiklos als Musterbeispiele übernommen, stellen aber die Wasserverhältnisse der Buntsandsteinformation durchaus unrichtig dar.

Unsere Analysen weisen nur geringe Eisenmengen nach, schon größere die der Vogesenwässer, jedoch finden sich auch öfter recht stark eisenhaltige Wässer; so giebt Dr. Sonne von Langenbrombach an 27 mgr Eisenoxydul, auch in König finden sich Brunnenwässer mit sehr starkem Eisengehalt. Pecher giebt ferner (Beiträge zur Kenntnis der Wässer aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens, Würzburg 1887) für die Quellen des Bades Brückenau nur 1 bis 3 mgr FeO, für eine Quelle des unteren Buntsandsteins dagegen 47 mgr. Ziemlich reichlich sind öfter Kali und Natron vertreten, mitunter ist davon sogar mehr vorhanden als in den Granitwässern.

Da sich im unteren Buntsandstein dolomitische Schichten finden, so können Wässer, welche innerhalb dieser Schichten entspringen, auch mehr Kalk und Rückstand enthalten als die, welche dieselben nur an der Oberfläche berühren. So teilt Herr Mangold mit, daß in Raibach, Odenwald, drei übereinanderliegende Quellen des unteren Buntsandsteines gefaßt wurden, von denen hatte

| | | vor der Fassung: | nach der Fassung: |
|---|---|---|---|
| 1. | die oberste | 112 mgr Rückstand; | 87 Rückst. und $3^1/_2{}^0$ Härte. |
| 2. | 20 m tiefer gel. | 237 ,, ,, | 236 ,, ,, $12^0$ ,, |
| 3. | 40 ,, ,, ,, | 364 ,, ,, | steht noch aus. |

Das Liegende des untersten Buntsandsteins bilden die Dolomite des Zechsteins; es können daher die weit unten entspringenden Quellen vielleicht ihren hohen Kalkgehalt aus diesem entnommen haben; z. B. befinden sich in Gem. Höchst mehrere Quellen mit 196 bis 324 mgr Rückstand, die aus diesen Schichten wohl ihren hohen Kalkgehalt (Maximum 134 mgr) beziehen. Auch die über dem Buntsandstein lagernden kalkreichen Lößschichten versorgen bisweilen die weit unten entspringenden Wässer mit Kalk, so daß auch dadurch Mischwässer mit höherer Härte und größerem Rückstand entstehen können. Während also z. B. die Liederbachquelle zu Beerfelden mit 45 mgr Rückstand und die Quelle zu Neckarsteinach mit 68 mgr normale Buntsandsteinwässer sind, stehen die Quellen von Waldamorbach mit 121 mgr, Breitenbach mit 170 mgr und Seckmauern mit 156 bis 160 mgr auf irgend eine Weise mit kalkreichen Schichten in Verbindung.

Ähnlich liegen auch die Verhältnisse bei den die Stadt Lahr in Baden versorgenden Quellen. Die Stadt liegt hart am Rande der Rheinthalverwerfung auf Alluvium und Löß, welcher sich an dem aus Buntsandstein bestehenden Abhange hoch hinaufzieht. Die Stadt wird mit dem Wasser dreier Quellen versorgt, von denen No. 1 und 2 aus reinem Buntsandstein entspringen, während das aus demselben Gestein aufgebaute Einzugsgebiet von No. 3 teilweise mit Löß bedeckt ist.

Professor Engler in Karlsruhe hat im Wasser dieser Quellen folgendes bestimmt:

| | | Ges. Härte | Rückst. | CaO |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Gießbrunnen | 2,0 | 47 | 11,8 |
| 2. | Kleebrunnen | 2,0 | 50 | 11,8 |
| 3. | Ernet | 14,0 | 196 | 88,0. |

(Lueger, Die Wasserversorgung der Stadt Lahr. Lahr 1884.)

Daß das Quellwasser zu verschiedenen Zeiten auch wechselnde Mengen Salze gelöst enthält, ist bekannt; für unseren Bezirk geben die Untersuchungen von Dittrich einige Aufklärung in dieser Beziehung; derselbe fand z. B. im Wasser der dem unteren Buntsandstein angehörenden Küchenquelle:

| Datum | Härte | Rückstand | Salpetersäure | Cl |
|---|---|---|---|---|
| 20. II. 1896 | 1,5 | 6,0 | 0,46 mgr. | 0,6 |
| 1. IV. ,, | 2,0 | — | — | — |
| 19. VI. ,, | 2,1 | 6,1 | 0,59 | 0,57 |
| 2. VII. ,, | 2,2 | 6,1 | 0,75 | 0,50 |
| 27. XI. ,, | 1,9 | 6,0 | 0,10 | 0,43 |
| 9. VII. 1898 | 1,7 | 7,0 | 0,9 | 0,48. |

Die Schwankungen in der Zusammensetzung sind, wie ersichtlich, hier nicht sehr erheblich.

Ferner liegen uns aus dem Buntsandsteingebiet der Haardt von Neustadt Untersuchungen von Dr. Ed. List über die Schwankungen der im Wasser der dortigen Wasserleitung und des Speierbachs gelösten Stoffe vor. Im Dezember 1871 und den Monaten Januar bis Mai 1872 wurde jede Woche eine Probe untersucht; die Resultate für Rückstand, Härte, Chlor und Salpetersäure sind in beiliegender Tafel I unten aufgetragen und darüber aus den Analysen des Wassers vom Ritterbrunnen Rückstand, Härte und Chlorgehalt. Die Leitung von Neustadt wird durch Quellen, die im Buntsandstein entspringen, gespeist, während sich im Einzugsgebiet des Speierbachs noch eine ganz kleine Fläche Rotliegendes findet; die Proben des Bachwassers wurden oberhalb der Stadt entnommen.

Die graphische Darstellung zeigt, daß der durch Thauwetter im Dezember und Regen im Januar und März verursachte erhöhte Wasserzufluß die Rückstandsmenge im Bachwasser so gut wie im Leitungswasser erhöht hat. Vor allem heftige Regengüsse im Quellgebiet verursachen durch Einschwemmung von Kaolin und Eisen Trübung des Wassers der offenbar nicht tiefliegenden Quellen, wofür auch die zwischen 3° und 4° schwankende Temperatur des Wassers spricht.

Die Härte dagegen wird durch stärkeren Wasserzufluß herabgesetzt, da die Salzlösung dann verdünnt wird. Die überhaupt nur in äußerst geringer Menge vorhandene Salpetersäure des Leitungswassers ist dagegen ziemlich konstant, dagegen wird die des Bachwassers durch Abschwemmung von Äckern und Weinbergen durch stärkere Regenfälle beträchtlich erhöht; ähnlich verhält sich auch das Chlor.

Im Wasser des Speierbaches oberhalb der Stadt war enthalten nach der Hauptanalyse:

| Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,9 | 73 | 21 | 2,0 | 14,9 | 3,0 | 2,7 | 5,8 | 7,4 | 8,2 | 2,8 | 30,0 |
| | 100: | 29 | 2,7 | 20,4 | 4,1 | 3,7 | 7,9 | 10,1 | 11,2 | 3,8 | 41. |

Diese Analyse, sowie auch die der vor Verunreinigung vollständig geschützten Leitungswasser zeigt, daß diese Wasser des Buntsandsteins durchaus nicht so arm an Nährstoffen sind, als dies mitunter schlechtweg behauptet wird; sie enthalten mehr Kalk und Kali als die oben aufgeführten Bachwasser des Granites, so daß sie mit großem Vorteil zur Berieselung der Wiesen verwendet werden können, wie dies durch uralte und ausgedehnteste Erfahrungen bewiesen ist. Freilich kommen auch im Buntsandstein recht nährstoffarme, kalte, eisenhaltige und wohl auch saure Wasser vor, die nur mit entsprechender Beidüngung einen kräftigen Graswuchs zu erzeugen vermögen, wie dies schon oben erwähnt wurde; wie weit verbreitet diese Art Wasser aber vorkommt, ist mangels systematischer Untersuchungen leider nicht festzustellen.

Als Beispiel dafür, wie die reichen Wasser durch das Vorhandensein von verhältnismäßig gering ausgedehnten Schichten kalkreichen Gesteins verändert werden können, haben wir die Analysenresultate vom Wasser der Ritterbrunnenleitung auf Taf. I oben mit aufgetragen.

Am Rande der Rheinthalspalte ist auf dem Buntsandstein dicht bei Neustadt ein Streifen Muschelkalk 30 m über der Thalsohle von etwa 60 m Breite, der aus Kalkbänken mit Lima striata, Ceratites nodosus, Spirifer fragilis und Encrinus liliformis, Thon- und Mergelbänken besteht, erhalten geblieben. An den unteren Abhängen dieses Kalkstreifens sind die Quellen des Ritterbrunnens gefaßt; das Wasser derselben ist recht kalkreich. Die vollständige Analyse ergab (nach Dr. List):

| Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $F_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl. | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17,2 | 439 | 10 | 0,7 | 73 | 20 | 56 | 30 | 96 | 23 | 0,3 | 78 |
| | 100: | 2,2 | 0,2 | 16,6 | 4,5 | 12,7 | 6,8 | 21,9 | 5,2 | 0,1 | 18. |

(Das reine Wasser des Buntsandsteins ist Anal. No. 5, S. 122.)

Das Wasser des Ritterbrunnens ist recht hart; sehr auffallend ist der hohe Gehalt an Cl, $Na_2O$, $K_2O$. Das Einzugsgebiet der Quellen ist

von den wertvollsten Weinbergen bedeckt, die mit ungeheuren Mengen von Stallmist regelmäßig gedüngt werden, und aus diesen wird voraussichtlich der Reichtum an Chloralkalien stammen. Nichtsdestoweniger wird das Wasser seines erfrischenden Geschmackes wegen sehr gern getrunken, ja der Brunnen «hat sich beinahe den Ruf eines Gesundbrunnens erworben».

Durch starken, infolge Tauwetters und Regengüssen stattfindenden Wasserzufluß stieg der Rückstand von 340 auf 430 mgr und ebenso der Chlorgehalt, während die Härte abnahm, um erst später wieder anzusteigen. Der Chlorgehalt schwankt zwischen 70 und 113 mgr; auch in Rheinhessen konnten wir an vielen Stellen ähnlich hohen Gehalt bei sonst einwandfreien Wässern feststellen. Auch der Gehalt an Salpetersäure ist mitunter hoch (5 bis 38 mgr). Sauerstoff war zum Oxydieren der organischen Stoffe 0,2 — 5,3 mgr erforderlich.

### C. Das Wasser des Muschelkalkes.

Vom Muschelkalk ist im hessischen Gebiet des Odenwaldes nur die unterste Stufe, der Wellenkalk, vorhanden, welcher aus Kalksteinen besteht und daher an Calciumkarbonat reiche Wässer führen muß; Untersuchungen liegen darüber nicht vor. Das Wasser des Hüttenwerkes zu Michelstadt hat 0,8° Härte und 30 Rückstand, ist also reines Buntsandsteinwasser.

Dagegen können wir einige Analysen abdrucken, die uns durch die Vorstände der Großh. badischen Kulturinspektionen zu Tauberbischofsheim und Mosbach mitgeteilt wurden (ausgeführt durch die Großh. Lebensmittelprüfungsstation an der technischen Hochschule zu Karlsruhe).

| | Härte ges. | Härte bleibend | Gesamt-Rückst. |
|---|---|---|---|
| 1. Tauberbischofsheim, Willetsheimer Quelle | 18,4 | 6,0 | 500 mgr |
| 2. Grünsfeld b. Tauberbischofsh., Holzwiese-Quelle | 34,0 | 26,0 | 1260 „ |
| 3. Dietenhan bei Wertheim, Münchsquelle | 14,5 | 3,8 | 430 „ |
| 4. Hochhausen links des Neckar bei Neckarelz, obere Brunnenstube | 17,9 | 5,0 | 460 „ |
| 5. Hochhausen links des Neckar bei Neckarelz, untere Brunnenstube | 15,7 | 3,1 | 350 „ |
| Mittel | 20 | 8,5 | 600 mgr. |

Es sind dieses die härtesten Wasser unseres Gebietes, alle sind sehr reich an gelösten Salzen, vorzüglich an Karbonaten des Calcium und Magnesium, jedoch sind auch Sulfate (Gips), vor allem in Nr. 2, in beträchtlicher Menge vorhanden, die voraussichtlich dem mittleren Muschel-

kalk (Anhydritgruppe) entstammen, in welchem vielfach und z. B. in der Nähe von Hochhausen bedeutende Gipslager vorkommen. (Schalch, Erl. Z. Bl. Mosbach.)

Die Ergiebigkeit einiger Quellen wurde von Becker l. c. im Gebiet des Odenwaldes festgestellt für ein qkm in der Sekunde:

| im Mittel | im Minimum |
|---|---|
| 1,4 bis 3,3 l, | 0,2 bis 0,7 l, |
| durchschnittlich 2,3 l, | durchschnittlich 0,45 l, |

und im südlichen Schwarzwald

| | |
|---|---|
| 0,8 bis 4,0 l, | 0,27 bis 1,7 l, |
| durchschnittlich 2,0 l, | durchschnittlich 0,4 l. |

Auf den Höhen des Buntsandsteins lagern noch Schichten des Pliocän, die ebenso kalkarm sind als der Buntsandstein selbst; sie können daher auch auf das Wasser dieser Formation einen erkennbaren Einfluß kaum ausüben, was aber um so mehr durch die kalkreichen Schichten des Löß stattfindet, wie bereits oben erwähnt.

## Das Wasser des Diluvium.

Wesentlich anders als die Wässer des Odenwaldes sind die des Diluvium der Bergstraße, sowie in dem Diluvial- und Alluvial-Gebiete des Rheinthales und dem nördlich vom Odenwalde belegenen zusammengesetzt.

## D. Das Wasser des Diluvium der Bergstraße.

Da die krystallinen Gesteine des Odenwaldes den Steilabfall nach dem Rheinthale bilden, so sammeln sich viele der in den Orten der Bergstraße benützten Quell- und Grundwässer auf den undurchlässigen Granit- und den Hornblendegesteinen; der Charakter dieser Wässer wird aber vielfach ganz verändert durch die über dem Granit etc. lagernden kalkreichen diluvialen Schichten des Löß und Sandes, welche große Mengen vor allem der leicht löslicheren Karbonate an das Wasser abgeben, es sehr hart machen und den Rückstand so erhöhen, daß diese Wässer durchschnittlich die reichsten daran sind in unserem ganzen Gebiete.

Es wären hier beispielsweise aufzuführen das Quellwasser der Leitung von Eberstadt mit 8° Härte und 196 mgr Rückstand, das von Seeheim mit 16° Härte und 282 mgr Rückstand, das von Schönberg mit 20° Härte und 369 mgr Rückstand.

Im Mittel von 9 Analysen enthalten die reinen Wässer der Orte der Bergstraße im Liter und im Rückstande:

| Härte | Rückstand | $SiO_2$ | $FeAl_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $Cl$ | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15° | 327 | 16 | 1,4 | 127 | 19 | 19 | 10 | 12 mgr. |
| | 100 | 6 | 0,4 | 42 | 6 | 6 | 3 | 5 %. |

Der bis zu 21 mgr im l und 11 % des Rückstandes ansteigende Gehalt an Kieselsäure deutet auf den Ursprung aus Granit hin; in den Wässern des eigentlichen Diluvium erreicht derselbe niemals diese Höhe. Der relative Gehalt des Rückstandes hieran wird allerdings durch die große Menge des Kalkes sehr herabgedrückt. Eisen und Thonerde sind nur wenig vorhanden, um so reichlicher sind Kalk und Magnesia vertreten. Im Mittel sind davon zwölfmal soviel vorhanden als im Wasser des Buntsandsteins und siebzehnmal soviel als in dem des Granitgebietes. Vom Rückstande bilden sie hier etwa 48 %, im Granitgebiete etwa 15 %, im Buntsandstein 24 %. Da sich die Wässer vielfach im Kulturland sammeln, so sind auch Chlor und Salpetersäure oft reichlich vertreten. Daß die Brunnenwässer aus den seit uralter Zeit bewohnten Orten oft ungeheuer reich hieran sind, ist selbstverständlich; so enthielt z. B. ein Brunnenwasser aus Bensheim (G. Müller) im l 326 mgr Cl und eines von Auerbach 126 $N_2O_5$. Die schlechten Wasserverhältnisse in den Ortschaften sind in der Jetztzeit aber nicht mehr von Bedeutung, da die Orte an der Bergstraße alle mit Wasserleitungen ausgestattet sind, die den Anforderungen der Neuzeit voll entsprechen.

Die Wasser aus dem Diluvium der Bergstraße gleichen den unter ganz ähnlichen Verhältnissen sich sammelnden im Rheingau, deren Analysen wir bereits in unseren rheinhessischen Untersuchungen mitteilten.

| | Härte | Rückst. | $CaO$ | $MgO$ | $Cl$ | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasserleitung Biebrich, Rheingau | 19 | 406 | 143 | 35 | 25 | 34 mgr |
| | — | 100 | 35 | 9 | 6 | 8 % |
| „ Schönberg, Bergstr. | 20 | 370 | 165 | 25 | 13 | 13 mgr |
| | — | 100 | 45 | 7 | 4 | 3 %. |

E. u. F. Wasser im Diluvium nördlich des Odenwaldes.

Ähnlich harte und rückstandreiche Wasser finden sich im Gebiet nördlich des Odenwaldes, wo kalkreicher Löß und Flugsand in erheblicher Mächtigkeit über den kalkarmen Thonen und Sanden des Pliocän und Alt-Diluvium lagert (Eb und Fb der Tabelle VI), und im Rheinthale mit kalkreichem Rhein- und Neckarschlick über Diluvialsand (G der Tabelle VI). Die Wasser haben in diesen Gebieten folgende Zusammensetzung:

Diluvium nördlich des Odenwaldes:

| | Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eb | 13° | 291 | 13 | 4 | 94 | 30 | 20 | 11 | 12 |
| Fb | 10° | 233 | ? | 1 | 91 | 9 | 16 | 7 | 3. |
| | | Zusammensetzung des Rückstandes: % | | | | | | | |
| Eb | | 100: | 5 | 1 | 33 | 10 | 7 | 4 | 4 |
| Fb | | 100: | ? | 0,4 | 39 | 4 | 7 | 3 | 1. |

Die im Wasser gelösten Stoffe sind hier überall in ähnlicher Menge und annähernd gleichen Verhältnissen vertreten, nur die Magnesia ist in der Abteilung Eb in sehr viel größerer Menge vorhanden als in den anderen.

Die unter Eb aufgeführten Analysen sind mit Wasser aus folgenden Orten ausgeführt: Dieburg 12°—16° Härte, 251—302 Rückstand, Langen 13° H, 274—283 R, Groß-Zimmern 13°—14° H, 311—339 R, Gundernhausen 14° H, 279 R. Die Orte liegen alle nördlich des eigentlichen Lößgebietes; aus letzterem ist nur eine von Herrn Dr. Knapp, Direktor der Zuckerfabrik Groß-Umstadt, mitgeteilte Analyse des Wassers eines 26 Meter tiefen Brunnens des Herrn A. Staab, in welchem dieselben Schichten angetroffen wurden wie in den Versuchsbrunnen der Zuckerfabrik. (Prof. Vogel im Notizbl. des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt 1894.)

| H. | R. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $SO_3$ | Cl | Alc. als Na ber. | $NH_3$ | $N_2O_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16,7 | 355 | 15 | 1,4 | 137 | 29 | 7,3 | 9,4 | 17,1 | 0 | 0 | sehr ger. Sp. |
| | 100 | 4 | 0,4 | 39 | 8 | 2 | 2,7 | 4,8. | | | |

Das Wasser soll dem aus dem Brunnen der Zuckerfabrik entsprechen, in welchem unter 12 m mächtigem Löß Thone und Sande des Pliocän folgen. Der hohe Kalkgehalt des Löß und die große Durchlässigkeit desselben läßt sehr harte und an Karbonaten reiche Wasser entstehen.

Unter Fb sind 11 Analysen von Wasserproben zusammengestellt, welche aus Bohrlöchern entnommen sind, die durch die Stadt Mainz unter Leitung des Ingenieurs Smreker-Mannheim im Walde von Raunheim und zwischen Rüsselsheim und Mörfelden im Jahre 1894 hergestellt wurden. Die Punkte liegen in einer Zone, die sich vom Jagdschloß Mönchbruch in der Richtung Nordwest—Südost erstreckt und ca. 3 km breit ist; das Wasser dieser Zone grenzt im Osten an eine mit sehr viel weicherem Wasser Fa, und geht im Westen allmählich in die des Rheinthales mit teilweise noch härterem Wasser über.

Die Orte westlich von dieser Übergangszone haben Wasser mit der höheren Härte des Rheinthals, welche unter G zusammengestellt sind. So hat Raunheim Bahnhof 16° Härte, Rüsselsheim 17° Härte, 373 Rückstand (4 Anal.), Gustavsburg 23° Härte, 536 Rückstand (vielleicht verunreinigt). Das Mainwasser dagegen hat nur 12° Härte. In Haßloch wurden 13° Härte festgestellt, in Königstädten 12,5°, in Nauheim 18—22°, in Groß-Gerau 14 bis 16°, im Forsthaus Woogsdamm 16,4° Härte.

## G. Das Wasser der Rheinebene.

Mittlere Zusammensetzung:

| Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $F_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15° | 331 | 10 | 1,3 | 117 | 19 | 24 | 23 | 13 |
| | 100 | 4 | 0,7 | 38 | 5 | 7 | 7 | 3. |

Der Rheinthalgraben ist bis in große Tiefen durch Kies und Sand ausgefüllt, welche der Rhein und seine Nebenflüsse hineingeschüttet haben. Ein Bohrloch der Fabrik Waldhof bei Mannheim steht bei 147 m Tiefe (ca. 55 m unter dem Meeresspiegel) noch im Rheinkies und auch die Brunnen des Darmstädter Wasserwerks mit 96 m Tiefe haben das Liegende des Diluvialkieses nicht erreicht. Das Grundwasser, welches aus dem auf die Fläche selbst fallenden Regenwasser entsteht, und durch das aus dem Berglande unterirdisch zufließende Wasser und das der Bäche, welches in die durchlassenden Schichten einsickert, vermehrt wird, bewegt sich vornehmlich in den aus gröberem Kies bestehenden Schichten, während die Schichten mit feinem Sand wenig und die mitunter vorkommenden Thonschichten gar nicht durchlässig sind. In der unteren Hälfte des Rheinthales, von Mannheim bis Mainz, sind die Rheinkiese arm an Kalksteinen, während in der Gegend von Straßburg haselnuß- bis faustgroße blaugrüne Kalksteingerölle reichlich vorhanden sind. (Schumacher, Straßburgs Boden in: Straßburg und seine Bauten.) Der Neckarkies dagegen ist reich an Kalksteinen. Deshalb ist im allgemeinen das in den eigentlichen Rheinkiesen zirkulierende Wasser nicht so hart wie das des eigentlichen Neckarschuttkegels. Die feinkörnigen Sande des Rheins, ebenso Flugsand und die Alluvial-Schichten vom Rhein und Neckar sind alle kalkreich und können deshalb auch nur ziemlich harte Wasser führen und machen auch das sie durchsinkende Wasser mehr oder weniger hart.

Das kalkärmste Material ist selbstverständlich in den aus dem kalkarmen Schutt des Granit- und Buntsandsteingebietes aufgebauten Schutt-

kegeln der Bäche des Odenwaldes, Schwarzwaldes, der Haardt etc. abgelagert, welche sich mitunter weit in das eigentliche Rheinthal im Untergrunde hinausschieben und in welchem auch von Natur kalkarmes, zum Teil den Bächen entstammendes Grundwasser zirkuliert; so benützt die Stadt Mannheim das Wasser des Weschnitzschuttkegels, welcher sich von Weinheim am Rande des Odenwaldes bis zum Hochufer des Rheins erstreckt und sehr viel weicheres Wasser enthält als der Schuttkegel des Neckars und das Rheinthal im allgemeinen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Analysen der hauptsächlichsten Entnahmestellen des Grundwassers zusammengestellt.

| Ordn.-Nr. | Bezeichnung. | Milligramm im Liter. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ges.-Härte. | Ges.-Rückst. | $SiO_2$. | CaO. | MgO. | Cl. | $SO_3$. | $N_2O_5$. | Mittel aus Anal. |
| 1 | Gustavsburg (Alluvium an der Mainmündung) | 23 | 536 | 11 | 196 | 27 | 58 | 59 | 16 | unrein? |
| 2 | Rüsselsheim, Mainalluv. | 17 | 373 | 13 | 133 | 31 | 35 | 23 | 14 | 4 |
| 3 | Groß-Gerau (oberer Horizont) | 15 | 401 | 10 | 126 | 16 | 28 | 29 | 29 | 2 |
| 4 | Versuchsbrunnen an der Riedbahn (18. XI. 1878) | 13 | 232 | Sp. | 100 | 22 | 9 | 5 | Sp. | — |
| 5 | Darmstadt, Wasserwerk | 10 | 200 | 11 | 72 | 17 | 8 | 11 | 0 | 2 |
| 6 | Kreispflegeanstalt Weinheim an der Bergstraße | 11 | 244 | 15 | 94 | 7 | 36 | 15 | 6 | — |
| 7 | Mannheim, Versuchsbrunnen im Walde von Käferthal | 10 | 198 | 10 | 80 | 7 | 67 | 18 | 5 | 8 |
| 8 | Mannheim, Leitungswasser | 12 | 219 | 9 | 103 | 10 | 13 | 21 | ? | — |
| 9 | Wasser des Hochgestades zwischen Mannheim und Heidelberg | 18 | 328 | 10 | 105 | 12 | 20 | 14 | 9 | — |
| 10 | Hochheim bei Worms | 14 | 279 | 4 | 81 | 39 | 18 | — | — | — |
| 11 | Brunnenwasser zu Worms (nicht ganz rein) | 19 | 433 | 13 | 135 | 38 | 23 | 38 | 32 | — |
| 12 | Wasserwerk Ludwigshafen | 16 | 390 | — | 138 | 19 | 14 | — | 32 | — |
| 13 | desgl. Frankenthal, Versuchsbrunnen | 19 | 447 | — | 160 | 23 | 19 | — | 30 | 6 |
| 14 | Speier, Brunnen am Teufelsbrunnenweiher | 16 | 386 | — | 126 | 36 | 15 | — | 8 | 4 |
| 15 | Germersheim, Grundwasserleitung | 11 | 216 | — | 89 | 2 | 13 | — | — | — |
| 16 | Karlsruher Wasserwerk | 12 | 320 | 7 | 135 | 10 | 8 | 16 | Sp. | — |
| | Mittel | 15 | 331 | 10 | 117 | 19 | 24 | 23 | 13 | — |

Anmerkung. Die Analysen wurden uns mitgeteilt von folgenden Herren und Wasserwerksverwaltungen, resp. den angegebenen gedruckten Abhandlungen entnommen.

No. 1, 2, 3, 10, 11 v. Dr. Sonne, Darmstadt.
No. 6, 7, 9 und 16 entnommen: O. Smreker, Vorarb. f. d. Wasserw. Mannheim 1884.
8 desgl. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1891, S. 599; sämtliche Analysen sind von Dr. Bissinger in Mannheim ausgeführt.
No. 4 mitgeteilt von Meliorationsbaurat Mangold in Darmstadt.
No. 5 „ vom Wasserwerk Darmstadt.
No. 13, 14 Anal. von Prof. Dr. Halenke, Speyer, mitget. vom Wasserwerk ebenda.
No. 15 mitgeteilt von Dr. H. Thürach, Erläuterungen zu Bl. Philippsburg der geolog. Karte von Baden.

Im Mittel ist das Wasser im Untergund des Rheinthales dem in den kalkreichen Schichten des Diluviums der Bergstraße in Bezug auf Rückstand und Härte ähnlich: nach Tabelle VI ist Rhein- und Mainwasser durchschnittlich beträchtlich weicher, das des Neckars aber wesentlich härter. Der Rückstand aller dieser Wässer ist sehr ähnlich zusammengesetzt.

Die Einzelanalysen zeigen aber, daß die Wasser verschiedener Orte in ihrer Zusammensetzung voneinander beträchtlich abweichen.

Die Brunnenwässer mit der höchsten Härte (23) und den meisten gelösten Salzen (536) sind die Brunnen der Brückenbauanstalt Gustavsburg, die im Alluvium auf der Spitze zwischen Rhein und Main stehen; das Wasser ist wohl nicht ganz rein. Auch die Brunnen im Ort Rüsselsheim am Main, die nur wenig verunreinigt sein können, haben noch ziemlich hartes Wasser (17° Härte, 373 Rückstand).

In Groß-Gerau sind mehrere Horizonte mit ganz verschiedenem Wasser vorhanden; während die flachen Brunnen des Orts aus den oberen kalkreichen Schichten hartes Wasser entnehmen (a, Mittel aus 2 Anal.), durchsinkt ein Tiefbrunnen der Ölfabrik diese Schichten und entnimmt aus den darunter liegenden alten Mainschottern ein weiches Wasser, welches dem durch den Versuchsbrunnen der Stadt Mainz im Raunheimer Wald erschlossenen ähnlich ist. (Analyse b.) Das Wasser des neuen Tiefbrunnens (Anal. c) derselben Fabrik steht nach seiner Zusammensetzung zwischen a u. b und entspricht etwa No. 5, 6 und 7 obiger Tabelle.

| | Härte | Rückst. | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) Groß-Gerau, obere Schicht. | 15° | 401 | 126 | 16 | 28 | 29 | 29 |
| b) „ in 20 m Tiefe | 4° | 79 | 31 | 3 | 5 | 9 | 2 |
| c) „ in 61 m „ | 10° | 251 | 84 | 11 | 10 | 4 | Sp. |

Ähnliche Wasserverhältnisse scheinen noch an mehreren Orten am Rande des Rheinthales zu bestehen, z. B. in Arheilgen bei Darmstadt, auch in Darmstadt selbst, dessen im Flugsand stehende Brunnen hartes

Wasser (bis 580 mgr Rückstand) lieferten, während der in der Werkstätte der früheren hessischen Ludwigsbahn nur 37 mgr Rückstand aufweist.

Auf der linken Seite des Rheins hat die Stadt Mainz das Wasser in Alluvium bei Laubenheim untersucht und festgestellt, daß dasselbe in der Nähe des Flusses 13—14° Härte aufweist und etwas Eisen gelöst enthält, während in dem vom Rhein entfernt liegenden Teile das Wasser 27 bis 79°, im Mittel 40° Härte hat. Es entstammt dieses Wasser offenbar aus den sehr kalk- und oft auch schwefeleisenreichen Mergeln im Tertiär des Mainzer Beckens.

Durch schwache Härte und geringen Rückstand ist das Grundwasser der tieferen Schichten des Weschnitzschuttkegels ausgezeichnet, der sich, wie schon erwähnt, von Weinheim in westlicher Richtung bis zum Hochufer des Rheins erstreckt (Analysen Nr. 6, 7, 8) und nach den Untersuchungen von Ingenieur Smreker für Versorgung der Stadt Mannheim nutzbar gemacht wird. Dieser Grundwasser-Strom hat bei Käferthal ca. 5 km Breite und ein Gefäll von 1 bis $0{,}5\,^0/_{00}$, und das Wasser in 20—25 m Tiefe hat $9{,}_5$—$10{,}_6$° Härte in 200—240 mgr Rückstand.

Ähnlich ist auch das Wasser, welches die Stadt Darmstadt durch Tiefbrunnen in der Nähe von Eschollbrücken gewinnt, zusammengesetzt (Analyse 5).

Sehr viel härter als voriges ist das Wasser des Hochgestades (Neckarschuttkegels) zwischen Mannheim und Heidelberg, welches von Dr. Bissinger vielfach analysiert worden ist; es hat 17—20° Härte (Mittel $18{,}_1$). Das Wasser des Rheinalluviums in der Nähe von Mannheim ist allerdings noch härter (20 bis 22°), während das Rheinwasser selbst nur $6{,}_2$ — $9{,}_1$° besitzt und das des Neckars etwa 17° und bei tiefstem Stande sogar 21° Härte aufweist.

Oberhalb Mannheim tritt auf der linken Seite des Rheins im Untergrund auch Alt-Diluvium auf, welches vielfach humose Schichten und sogar Braunkohlen enthält und deshalb nur schlechtschmeckendes Wasser liefert, das beträchtliche Mengen gelöster Humusstoffe, Eisen an organische Säuren gebunden und oft auch Schwefelwasserstoff enthält und deshalb als Trinkwasser nicht zu gebrauchen ist.

Die Wässer, mit welchen Ludwigshafen, Frankenthal und Speyer versorgt werden, sind dem harten Wasser des Neckar-Schuttkegels ähnlich (Härte 16—19°, Rückstand 390—447), während das von Germersheim ziemlich weich und mehr dem des Weschnitz-Schuttkegels gleicht (Härte 11°, Rückstand 216); auch das von Karlsruhe entspringt jedenfalls

aus kalkärmerem Schutt des Gebirges, nimmt dann aber aus den kalkhaltigen Schichten lösliche Karbonate auf (Härte 12, Rückstand 320). Das Wasser des Brunnens des Hofwasserwerkes, welcher in das Diluvium des Rheinthales eingesenkt ist, hat dagegen 16° Härte.

Die Zusammensetzung des Rückstandes der Wasser des Rheinthales schwankt ebenfalls beträchtlich. An CaO sind vorhanden im Min. 29 und 33% im Wasser von Horchheim und Speyer; die Höchstwerte 50 und 47% finden sich bei Wasser von Rüsselsheim und Mannheim. Die größten Mengen $SiO_2$ finden sich im Wasser des Weschnitzschuttkegels 6%, was den Einfluß des Granitschuttes deutlich erkennen läßt; sonst sind die Basen zum größten Teil an Kohlensäure gebunden, da größere Mengen Cl und $SO_3$ nicht vorhanden sind.

Die Stadt Straßburg wird ebenfalls mit Grundwasser versorgt, welches wenig oberhalb der Stadt aus dem Untergrund des im jüngsten Schwemmland des Rheins gelegenen Stadtwaldes gewonnen wird. Die Zusammensetzung der im Wasser gelösten Salze ist im Mittel zweier uns von der Verwaltung des Wasserwerkes zur Verfügung gestellten Analysen folgende:

| Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_2$ | Cl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16,0 | 304 | 8,5 | 1,0 | 2,1 | 97,9 | 33,6 | 2,5 | 5,9 | 10,0 | 5,1 | 118,9 | 3,8 |
| | 100 | 2,8 | 0,3 | 0,7 | 37,1 | 11,2 | 0,8 | 1,9 | 3,3 | 1,7 | 39,1 | 1,3. |

Der Rückstand ist ganz ähnlich zusammengesetzt wie das oben berechnete Mittel des Rheinthalgrundwassers; vor vielen dort aufgeführten Wassern zeichnet es sich aber durch sehr geringen Gehalt an Cl, $SO_3$ und $N_2O_5$ aus.

### Gebiet der weichen Wasser im Norden des Odenwaldes.

In dem Diluvialgebiet nördlich des Odenwaldes findet sich eine ziemlich ausgedehnte, am Main entlang ziehende Fläche, welche weiches Grundwasser enthält; es findet sich in Tabelle VI unter Ea, Fa verzeichnet, und die Analysen liefern folgende Durchschnittswerte:

| | Härte | Rückst. | $SiO_2$ | FeAl | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ea | 5 | 162 | 10 | 8 | 42 | 7 | 14 | 13 | 28 |
| Fa | 2,7 | 90 | (7) | 2 | 21 | 5 | 11 | 5 | 6. |
| | | Zusammensetzung des Rückstandes: | | | | | | | |
| Ea | — | 100: | 7 | 5 | 25 | 4 | 9 | 9 | 18 |
| Fa | — | 100: | — | 2 | 24 | 5 | 12 | 6 | 6. |

In dem Gebiet nördlich von Dieburg bis gegen Offenbach und östlich dieser Linie bis gegen den Main hin hat das jüngere Diluvium nur eine geringere Mächtigkeit, so daß die gewöhnlichen Brunnen schon Wasser

erschließen, welches in den darunter lagernden kalkarmen Sanden des älteren Main-Diluviums mit Thonzwischenlagen zirkuliert. In den Gebieten, in denen die junge diluviale Decke mächtiger und noch nicht ganz entkalkt ist, sind selbstverständlich noch härtere Wasser vorhanden. So wurde festgestellt in Eppertshausen $8^0$ Härte, 216 mgr Rückstand, Obertshausen und Dudenhofen $7^0$ Härte, 150—228 mgr Rückstand. Diese Wasser sind schon ziemlich hart und bilden den Übergang zur Zone des harten Wassers Db. Babenhausen hat $5^0$ Härte, 149 Rückstand, Jügesheim (Haltestelle) $5^0$ Härte, 212 Rückstand, Weißkirchen $3,6^0$ Härte, 119 Rückstand, Jügesheim (Stationsbrunnen) $2,7^0$ Härte, 118 Rückstand. Die geringsten Werte finden sich in Niederroden (Brunnen der Haltestelle) $2,5^0$ Härte und 94 Rückstand.

In dem sich nördlich der Linie Dietzenbach, Langen, Groß-Gerau bis zum Main erstreckenden Landstrich sind die Wasserverhältnisse durch die für die Versorgung der Städte Offenbach, Frankfurt und Mainz ausgeführten Bohrungen und Untersuchungen besonders genau erforscht. In den Erläuterungen zu den Blättern Kelsterbach und Neu-Isenburg teilt Professor Klemm eine größere Anzahl Bohrresultate mit, aus denen hervorgeht, daß auf dem mehr oder weniger tiefliegenden, aus pliocänen Sanden und Thon bestehenden Untergrund Sand und Kiesschichten des älteren, kalkarmen Diluvium lagern, welche öfter auch Thon- und Lettenschmitze enthalten und in dem genannten Bezirk mehrere große Grundwasserreservoirs bilden. Folgende Tabelle enthält die Analysen dieser Wässer.

| | Wasser. | Milligramm im Liter. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H. | R. | Fe Al. | Ca O. | Mg O. | Cl. | S $O_3$. | $N_2O_5$. |
| I. | Offenbacher Hintermark | 2,1 | 107 | — | 15 | 4 | 7 | 3 | — |
| II. | Offenbacher Tempelseeleitung | 8,2 | 200 | 0,2 | — | — | 1,4 | — | — |
| III. | Frankfurter Grundwasserwerk | 1,4 | 60 | 0,2 | 11 | 3 | 6,0 | 7 | 9 |
| IV a. | Mainzer Untersuchungen | 2,7 | 90 | 2 | 21 | 5 | 11 | 5 | 6 |
| IV b. | desgl. | 10,0 | 233 | 1 | 91 | 9 | 16 | 7 | 3 |
| | **Zusammensetzung des Rückstandes:** | | | | | | | | |
| I. | Wie oben | — | 100 | — | 14,1 | 4,1 | 6,5 | 2,8 | — |
| II. | » » | — | 100 | 0,1 | 64,1 | | 7 | — | — |
| III. | » » | — | 100 | 0,3 | 18 | 4,3 | 10 | 12 | 15 |
| IV a. | » » | — | 100 | 2,2 | 23 | 5,2 | 12 | 5,5 | 6,7 |
| VI b. | » » | — | 100 | 0,4 | 39 | 3,9 | 7 | 3 | 1,3 |

I. Das östliche Grundwasserbecken ist das der Offenbacher Hintermark zwischen dem aus Trachyt bestehenden Hochberg und dem Bach bei Heusenstamm. Die diluvialen Schotter sind hier im Maximum etwa 20 m mächtig; in ihnen sammelt sich ein weiches Wasser (Analyse I), welches jetzt durch das neue Wasserwerk für die Stadt Offenbach in einer Menge von etwa 6000 cbm im Tag nutzbar gemacht wird. Das Wasser ist, wie die Analyse I zeigt, recht weich und enthält auch wenig Salze gelöst. Härte $2{,}1^0$, Rückstand 107.

II. Nördlich vom Hochberg im Gebiet der Vordermark (Tempelseeleitung), wo die wasserführenden Diluvial-Schichten höchstens 8 m mächtig sind und auf ziemlich kalkhaltigem Septarienthon lagern, wird das Wasser für die ältere Tempelseeleitung gesammelt und in einer Menge von 3800 bis 4200 cbm täglich in Offenbach verbraucht. Wie die Analyse 2 zeigt, ist dies Wasser wesentlich härter und reicher an gelösten Salzen als das der Hintermark.

III. Ein dritter sehr bedeutender Grundwasserstrom fließt von der Linie Neuhof-Isenburg-Kelsterbach in nordwestlicher Richtung mit einem Gefälle von etwa $2\,^0/_{00}$ dem Main zu; er ist durch die Untersuchungen des Frankfurter Wasserwerks festgestellt (Lindley, Frankfurt am Main und seine Bauten, 1886) und wird jetzt durch drei Sammelanlagen mit Pumpstationen Oberforsthaus, Goldstein und Hinkelstein ausgenutzt. Der Untergrund besteht im südlichsten Teile aus den Schichten des Rotliegenden, dann folgen Cyrenenmergel und Korbikulathon und jenseits der Hauptverwerfung des Rheinthales Pliocän. Die Analyse III zeigt, daß dieses Wasser sehr weich und arm an gelösten Salzen ist. Auf dem rechten Ufer des Mains liegen die Verhältnisse ähnlich, da nach einer Mitteilung der Bürgermeisterei Höchst das aus den Mainschottern gepumpte Wasser nur $4^0$ Härte hat.

Das Wasserwerk Neu-Isenburg (Analyse a) und der Stationsbrunnen (Analyse b) entnehmen ihr Wasser aus den gleichen Schichten, jedoch ist dasselbe jedenfalls durch den Einfluß des hier ziemlich verbreiteten Flugsandes wesentlich härter und rückstandsreicher als das der Frankfurter Grundwasserleitung:

| | Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | $CaO$ | $MgO$ | $Cl$ | $SO_3$ | $N_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) | 7 | 187 | 5 | 1,6 | 57 | 7 | 32 | 27 | Sp. |
| b) | 6 | 168 | 4 | 3,2 | 44 | 9 | 25 | 25 | 58. |

(Analysen mitgeteilt vom Elektrizitäts- und Wasserwerk von Isenburg.)

IV. Von der Landesgrenze ab bis zum Main und Rhein Alluvium, bei Rüsselsheim und Groß-Gerau ist das Terrain der Wälder von Rüsselsheim, Flörsheim, Kelsterbach etc. durch Smreker für die Versorgung der Stadt Mainz untersucht worden.

Die geringste Härte, die hier festgestellt werden konnte, betrug $1^0$ bei 51 mgr Rückstand (Tabelle F a), während das Wasser in einem Versuchsbohrloche von Frankfurt bei Goldstein $1{,}_2{}^0$ Härte bei 53 mgr Rückstand aufwies.

Dieses Grundwasser bildet nach den Feststellungen von Smreker einen Strom mit etwa 5 bis 2 m Gefälle auf 1 km Länge, welcher zwischen Rüsselsheim und Kelsterbach in den Main ausmündet. In Raunheim wurde gefunden $2{,}_4{}^0$ Härte, Mönchshof $2{,}_0{}^0$, Klaraberg $3{,}_7{}^0$, Kelsterbach $4^0$, während das Mainwasser etwa $12^0$ Härte und Rüsselsheim bereits Wasser des Rhein-Main-Alluvium mit $17^0$ hat. Die Grenze zwischen letzterem und dem weichen Wasser des alten Maindiluviums resp. Pliocäns läuft etwa 2 km östlich von Haßloch, das, wie schon oben erwähnt, schon Wasser mit $13^0$ Härte besitzt, vorbei nach Mönchbruch ($9-10^0$), schneidet etwas südlich von Mörfelden die Eisenbahn (Station $6{,}_2{}^0$) und läuft nördlich des oberen Nauheimer Fallthorhauses ($12^0$ Härte), Wolfsgarten ($9{,}_5{}^0$) und Langen ($13^0$) nach dem Gebiet des Rotliegenden. Neu-Isenburg (Station und Leitung haben 6 und $7^0$) sind also unter Abteilung D a der Tabelle zu rechnen.

Diese Wässer enthalten mitunter beträchtliche Mengen Eisen; der Kieselsäuregehalt ist wesentlich geringer als der der Wasser aus Buntsandstein und Granit, der an Kalk und Magnesia öfters ebenso gering als der der ersteren, bei stärkerer Diluvialbedeckung natürlich wesentlich höher und nähert sich dem der harten Wässer des Diluvium. Nach den Mitteilungen von Prof. Klemm in den Erläuterungen zu Blatt Neu-Isenburg versinkt ein großer Teil vom Wasser des Luderbachs in diesem Gebiet, während der Hengstbach bei Mitteldick ganz verschwindet und erst 4 km weiter bei Walldorf wieder an die Oberfläche tritt. Das Grundwasser wird also teilweise durch das Wasser dieser Bäche gespeist.

Von Bachwasser aus dem Gebiet des Diluvium steht uns bloß eine Analyse des Baches von Eberstadt zur Verfügung; der Bach entspringt im Granit, welcher aber vielfach und sehr stark mit Flugsand überdeckt ist, und tritt auch bald in das eigentliche Gebiet des Flugsandes ein. Die Analyse ergab:

| Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 240 | 19,6 | 3,6 | 83,3 | 16,5 | 9,1 |
| | 100: | 8,2 | 1,5 | 34,6 | 6,9 | 3,8. |

Das Wasser schließt sich an die früher behandelten harten Wasser des Diluvium an.

## Unreine Brunnenwässer.

Viele Orte, vor allem von der Bergstraße und der Niederung nördlich des Odenwaldes und aus dem Rheinthale, sind schon im achten und neunten Jahrhundert urkundlich nachgewiesen und es ist deshalb auch sehr erklärlich, daß die Brunnenwässer in denselben oft stark bis außerordentlich stark verunreinigt sind. Es liegen uns eine größere Anzahl von von Dr. Sonne ausgeführten Analysen vor, an der Hand deren sich die Veränderung der im Wasser gelösten Stoffe durch die Verunreinigung mit Abfallstoffen, Dünger und Jauche zeigen läßt.

Aus Rüsselsheim am Main sind 23 Analysen vorhanden, aus denen folgende Übersicht berechnet ist.

| | Ges.-Härte | Rückst. | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ $Al_2O_7$ | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | Org. Sub. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ Reine Wasser 4 Anal. | 17 | 373 | 13 | 5,3 | 133 | 31 | 35 | 23 | 14 | 4,5 |
| $b_1$ Mittel aus 23 Anal. | 29 | 889 | 14 | 4,0 | 231 | 40 | 119 | 84 | 78 | 15,0 |
| $c_1$ Wasser mit höchst. Rückst. | 41 | 1960 | 19 | 9,8 | 305 | 74 | 318 | 176 | 159 | 106 |
| $a_2$ Zusammensetz. d. Rückst. | — | 100 | 3,4 | 1,4 | 36 | 8 | 9 | 3,5 | 3,7 | — |
| $b_2$ » » » | — | 100 | 1,5 | 4,5 | 26 | 5 | 14 | 9,4 | 8,8 | — |
| $c_2$ » » » | — | 100 | 1,0 | 5,0 | 16 | 4 | 16 | 9,0 | 8,1 | — |

Hieraus berechnen sich folgende Verhältnisse:

| Analysen | $a_1$ | : | $b_1$ | : | $c_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Rückstand | 1 | : | 2,4 | : | 5,3 |
| CaO | 1 | : | 1,7 | : | 2,3 |
| MgO | 1 | : | 1,3 | : | 2,4 |
| Cl | 1 | : | 3,4 | : | 9,1 |
| $SO_3$ | 1 | : | 3,6 | : | 7,7 |
| $N_2O_5$ | 1 | : | 5,3 | : | 11,4 |
| Org. Subst. | 1 | : | 3,33 | : | 23,6 |

Es zeigt dies, daß mit zunehmender Verunreinigung der Gehalt an Cl, $SO_3$, $N_2O_5$ und organischer Substanz sehr viel stärker wächst als der an CaO und MgO, da ferner die Gehaltberechnung der Rückstände zeigt, daß die der unreinen Wässer weniger CaO und MgO enthalten als die der reineren, so muß im Rückstande der unreineren Wässer sehr viel mehr Kalium und Natrium in Form von Chlorid, Sulfat und Nitrat vorhanden sein als in dem der reineren. Die unvollständigen Analysen zeigen dies nicht direkt, wir können aber einige Analysen aus Rheinhessen von Mommenheim und Nieder-Ingelheim zum Beleg anführen:

Milligramm im Liter:

| | Härte | Rückst. | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | o.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a1 reines Wasser des Septarien-Thons | 33 | 776 | 144 | 136 | — | — | 22 | 83 | 3,5 | — |
| b1 Pfarrbr. Mommenheim | 82 | 4334 | 310 | 368 | 443 | 985 | 956 | 218 | 539 | 31 |
| $a_2$ | — | 100: | 19 | 18 | — | — | 3 | 11 | 0,5 | |
| $b_2$ | — | 100: | 7 | 8 | 10 | 23 | 22 | 5 | 12. | |

Im Rückstand finden sich hier im unreinen Wasser 10 % $Na_2O$ und 23 % $K_2O$, während CaO und MgO in viel geringerer Menge als im reinen Wasser vorhanden sind.

Ganz ähnliche Verhältnisse lassen sich an den verunreinigten Brunnenwässern von Dieburg, Arheilgen, Groß-Gerau, Bensheim, Worms und Mannheim nachweisen.

Nach Thiemann-Gärtner soll gutes Trinkwasser nicht mehr enthalten im l als 20—30 mgr Chlor, 8—10 Schwefelsäure und 5 bis 15 Salpetersäure; von den 153 uns vorliegenden Analysen von Brunnen- und Wasserleitungswässern aus der Provinz Starkenburg enthalten 56 % mehr als 30 mgr Cl, 53 % mehr als 15 mgr $N_2O_5$ und 58 % mehr als 10 mgr $SO_3$. Die größten festgestellten Mengen betragen 318 mgr Cl in Rüsselsheim, 708 mgr $N_2O_5$ in Arheilgen und 277 mgr $SO_3$ ebenda.

Es zeigen diese Zahlen, daß sehr viele Brunnen in Starkenburg, wie dies auch früher für Rheinhessen nachgewiesen wurde, sehr stark verunreinigt sind, so daß anderweitige Versorgung mit einwandfreiem Wasser wohl für die meisten Orte dringend zu wünschen ist. Eine beträchtliche Anzahl Wasserleitungen ist auch ausgeführt oder im Bau und Projekt begriffen. Freilich bedingt die Anlage einer der Neuzeit entsprechenden Hochdruckleitung einen beträchtlichen Aufwand von Kosten, während die Rentabilität der Landwirtschaft leider nicht danach ist, daß dadurch die Festlegung weiterer

Kapitalien, die nicht direkt produktiv arbeiten, begünstigt wird. und es ist daher um so mehr anzuerkennen, daß auch der Staat jetzt regelmäßig in sein Budget einen Betrag für Unterstützung der Gemeinden bei der Anlage von Wasserleitungen eingestellt hat, wie dies z. B. in Bayern geschieht, wo der Staat in den Jahren 1878 bis 1895 zu den unter Leitung des königlichen technischen Bureaus für Wasserversorgung fertiggestellten Wasserleitungen ca. vier Millionen Mark entsprechend 27,5% der Baukosten der öffentlichen Anlagen zugeschossen hat.

Im Granitgebiet wird durch das Vorhandensein der zahlreichen und auch hochliegenden Quellen die Wasserversorgung einzelner Gehöfte und auch ganzer Ortschaften sehr erleichtert, obgleich im letzteren Falle die geringe Ergiebigkeit der einzelnen Quellen Schwierigkeit verursachen wird. In der Niederung müssen mittelst wasserdichter Rohrbrunnen die obersten mit Jauche durchtränkten Schichten durchsunken und das Wasser aus tieferen, der Verunreinigung nicht ausgesetzten Schichten für Versorgung einzelner Höfe aufgepumpt werden, während man bei centraler Versorgung die Brunnen selbstverständlich am besten in entsprechender Entfernung von den Gebäuden erbaut. Durch derartige Wasserversorgung können die gesundheitlichen Verhältnisse wesentlich gebessert werden; so ist z. B. der Typhus in den mit reinem Wasser versorgten Städten fast vollständig getilgt, während er auf dem Lande sich ständig erhält.

Für alle Orte, die an Wassermangel leiden, bildet selbstverständlich die Zuführung reichlicher Wassermengen bester Beschaffenheit eine Melioration allerersten Ranges. Aber auch für Orte, in denen nicht gerade Wassermangel herrscht, ist die Herstellung einer Wasserleitung ein bedeutender wirtschaftlicher Fortschritt und natürlich ein um so größerer, je mehr die Heranschaffung des für Menschen und Vieh erforderlichen Wassers erleichtert und je mehr menschliche, immer teurer werdende und seltener zu beschaffende Arbeitskraft dadurch erspart wird. Deshalb müssen auch die Wasserleitungen so angelegt werden, daß sich jeder Besitzer direkt daran anschließen und das Wasser dort zapfen kann, wo es gebraucht wird. In richtiger Erkennung dieser Umstände, teils auch gezwungen durch die Trockenheit der vergangenen Jahre und das dadurch bewirkte Versiechen der Brunnen, haben in Rheinhessen und Starkenburg eine beträchtliche Anzahl ländlicher Orte teils richtige Hochdruckwasserleitungen mit vollständiger Feuerlöscheinrichtung durch Hydranten, teils geschlossene Brunnenleitungen unter Aufwendung erheblicher Mittel und unter Benützung

hochliegender Quellen mit natürlichem Druck oder auch mit künstlicher Wasserhebung mittelst Petroleum- und Benzinmotoren hergestellt und die Anträge sind oft so massenhaft eingegangen, daß die Kulturinspektionen nicht imstande waren, dieselben in entsprechender Zeit zu bearbeiten. Ähnlich liegen auch die Verhältnisse in Baden, wo einige Kulturinspektionen durch den Bau der Wasserleitungen so in Anspruch genommen sind, daß darüber die eigentlichen Meliorationsarbeiten zurückstehen müssen.

Das Wasser der Flüsse.

Der Neckar ist der bedeutendste der Nebenflüsse des Rheins aus dem Mittelgebirge; das Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Mannheim von 54 100 qkm Größe wird durch den Neckar um 14000 qkm vergrößert.

Im Niederschlagsgebiet des Neckars sind kalkreiche Gesteine und Böden in den Formationen, z. B. des Muschelkalkes, Jura und Löß sehr verbreitet, so daß kalkreiche Geschiebe und harte Wasser vorherrschen, und es ist deshalb auch das Wasser des Neckars selbst, wie Tabelle VI zeigt, vor den andern Flußwassern durch große Härte und vor allem durch hohen Schwefelsäuregehalt ausgezeichnet. Bei Besigheim am Einfluß der aus dem Buntsandsteingebiet des Schwarzwaldes kommenden Enz sind im Neckarwasser gelöst enthalten:

| Härte | Rückst. | CaO | MgO | $SO_3$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 11,6 | 348 | 87 | 21 | 42 | 68 mgr im l. |
| | 100 | 25 | 6 | 12 | 20. |

Noch viel größere Mengen gelöster Salze weisen die Analysen des in der Nähe von Mannheim geschöpften Wassers nach Tabelle VI (Analysen von Dr. Bissinger). Im Rückstande sind 31 % CaO vorhanden, was mit dem des Rheins und Mains etwa übereinstimmt; jedoch ist der Gehalt an Schwefelsäure mehr als doppelt so hoch als der des Rheins (26 % gegen 10 %).

Da der Boden im Einzugsgebiet des Neckars durchschnittlich nur mäßig durchlassend ist, so entstehen bei dem kräftigen Gefälle des Bettes bedeutende Winterhochwasser, während im Sommer nur wenig Wasser vorhanden ist. Das Verhältnis von Niedrigwasser- zu Hochwassermenge ist 1 : 150 bis 200. Die bei höchstem Hochwasser an der Mündung abgeführte Menge wird zu 4800 cbm in der Sekunde angenommen, was 0,37 cbm für 1 qkm entspricht (etwa 30 % des für die Schwarzwaldflüsse ermittelten Wertes; Honsell: Der Rheinstrom).

Das durchschnittliche Gefälle zwischen Heidelberg und der Mündung beträgt 0,61 ‰.

Infolge starken Gefälles und der daraus folgenden hohen Geschwindigkeit der Hochfluten führt der Neckar große Mengen eines kalkreichen, sehr nährstoffreichen Schlammes, so daß fruchtbare Auen überall seinen jetzigen Lauf, sowie auch das alte an der Bergstraße entlang ziehende Bett begleiten, wie bereits oben bei Beschreibung der Böden des Rhein- und Neckar-Alluviums ausgeführt. Überall unterhalb der Mündung schätzt man das Flutwasser des Neckars sehr hoch als Dünger der außerhalb der Deiche liegenden Wiesen.

### Das Wasser des Mains.

Das Gebiet dieses Flusses ist fast doppelt so groß als das des Neckars (27400 qkm), aber orographisch demselben sehr ähnlich. Die kalkreichen Schichten des Jura und Muschelkalkes bedecken darin eine große Fläche neben den kalkarmen und sandigen des Buntsandsteins, Keupers etc. Das Wasser ist durch Humussubstanz braun gefärbt, und es läßt sich sein Lauf im Rhein von der Mündung bis zum Bingerloch deutlich neben dem weißlich-grün gefärbten Rheinwasser verfolgen. Es ist etwas weicher als das des Neckars, aber wenigstens ebenso hart als das des Rheines.

Im Jahre 1884 führte Dr. Egger in jedem Monat eine Untersuchung des nahe oberhalb der Mündung geschöpften Wassers aus, sowie im Herbst 1886 eine vollständige Analyse des im Wasser gelösten und des darin schwebenden Schlicks (Tabelle VI); ferner haben wir noch eine in Roth, Chemische Geologie, aufgeführte Analyse des Mainwassers von Offenbach benützt. Der Gehalt an Rückstand, Kalk, Magnesia und vor allem Schwefelsäure ist viel geringer als der des Wassers vom Neckar; doch sind die alkalischen Erden im Rückstand etwa in demselben Verhältnis vorhanden. Auffallend ist die sehr große Menge Natron (26 mgr = 8,5 % des Rückstandes), die höher ist als selbst der höchste Wert bei dem Wasser des Granitgebietes; da die Analyse des oberhalb Offenbach geschöpften Wassers einen normalen Gehalt von 5 mgr zeigt, so ist anzunehmen, daß diese große Menge an Natrium und auch Kalium durch das Kanalwasser von Frankfurt, sowie die Soolquellen der Wetterau und des Taunus, wie Salzschlirf, Nauheim, Homburg, Soden, Kronthal, Kronberg etc., dem Main zugeführt wird. Von dem auch bei niedrigem Wasserstande schwebend mitgeführten Schlick wurde der Auszug in kochender Salzsäure analysiert und der Rest mit Natriumkarbonat aufgeschlossen.

Es sind enthalten im Schlick des Mainwassers:

| | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2OK_2O$ | $CO_2$ | $SO_3$ | $P_2O_5$ | Glühvl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in HCl löslich | 13,6 | 3,8 | 4,4 | 13,8 | 0,9 | 2,6 | 10,9 | Sp. | 1,2 | 18,1 |
| Rest mit $Na_2CO_3$ | 23,2 | 1,0 | 1,7 | 0,5 | 0,4 | 2,0 | — | — | 1,6 | — |
| Bauschanalyse | 36,9 | 4,9 | 6,1 | 14,3 | 1,3 | 4,6 | 10,9 | Sp. | 2,8 | 18,1. |

Im Liter Wasser waren 14 mgr Schlick vorhanden.

Das Gefälle der Mündungsstrecke zwischen Frankfurt und Mainz beträgt bei Niedrigwasser nur 0,26 ‰; überhaupt ist das Gefälle des Maines wesentlich geringer als das des Neckars. Die Hochwassermenge beträgt trotz des fast doppelt so großen Einzugsgebietes nur 2596 cbm, das Verhältnis von Niedrigwasser : Hochwasser = 1 : 60, und der Abfluß vom qkm bei Hochwasser ist nur 0,095 cbm in der Sekunde. Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die Hochwasser des Mains sehr viel schwächer sind als die des Neckars.

Dem Rhein führt der Fluß meist nur feinen Sand aus der Buntsandsteinformation zu, dessen Ablagerung auf den Wiesen die Anwohner des Überschwemmungsgebietes ebenso fürchten, als die des Neckarschlickes gern gesehen wird.

## Das Wasser des Rheines.

Oberhalb des Neckars führt der Rhein im Sommer bis gegen den Herbst reichliche Wassermengen, die ihm aus den Alpen zuströmen; durch den Einfluß des Neckars und Mains verschwindet dieser oberhalb regelmäßig eintretende höhere Wasserstand und tritt unterhalb der Einmündung dieser Nebenflüsse in den Rahmen der allgemeinen Wasserbewegung. Alle außergewöhnliche Flutbewegung im Rhein wird durch Main und Neckar beherrscht, da die Flutwelle der Aare, wenn sie Mannheim erreicht, niemals mehr zur Höhe der außergewöhnlichen Anschwellungen des Neckars ansteigt. Das Einzugsgebiet des Rheins an der Mainmündung beträgt 98400 qkm; das höchste Hochwasser wird zu 7300 cbm angenommen, es fließen dann ab pro qkm 0,075 cbm; das Verhältnis von Niedrigwasser : Hochwasser ist = 1 : 12.

Sehr stark wechselt das Gefälle, welches beträgt

| | | |
|---|---|---|
| von Lauter bis zum Neckar | 0,4 ‰, | |
| „ Neckar bis Mainz | 0,101 ‰ | durchschnittlich, |
| „ Mainz bis Bingen | 0,128 „ | „ |
| „ Bingen bis Bacharach | 0,50 „ | „ . |

Bei Gelegenheit der Besprechung der Kalkdüngung hatten wir schon erwähnt, daß der Oberrhein kalkreichen Schlamm absetzt und infolgedessen auch kalkreiches Wasser führt. Die folgenden Analysen geben die Zusammensetzung der im Rheinwasser gelösten Stoffe während des Weges durch Deutschland an.

| Ordn.-Nr. | Entnahmestelle. | Suspendiert. | Ges. Härte. | Rückstand. | $CaO$. | $MgO$. | $Na_2O$. | $K_2O$. | Cl. | $SO_3$. | $N_2O_5$. | $CO_2$. | Org. Subst. | $P_2O_5$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Rheinwasser enthält mgr. im Liter:** | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Basel (nach Neßler) 1897 . . | — | 7 | 215 | 66 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | Basel (Pagenstecher) . . . . | — | 8 | 166 | 72 | 7 | 0,8 | 0,7 | 1 | 11 | — | 64 | — | — |
| 3 | Hüningen (Neßler) 1893, 4 Anal. | — | 9 | 214 | 64 | 11 | — | 1,7 | 14 | 20 | 3,8 | — | — | — |
| 4 | Straßburg (Pagenstecher) . . | — | 10 | 232 | 78 | 2 | 7 | — | 1 | 11 | — | 62 | — | — |
| 5 | Germersheim (Sendtner) Jan. 97. | — | — | 246 | — | — | — | — | 7 | — | — | — | 80 | — |
| 6 | Mannheim (Bissinger) 28. April 1883 nach Hochwasser . . | — | 9 | 198 | 74 | 13 | — | — | 7 | 11 | — | — | 70 | — |
| 7 | Mainz (Egger) Mittel 24 Anal. 1883—86 . . . . . . . . | 20 | 10 | 212 | 74 | 13 | 5,7 | 3,2 | 7 | 17 | 4,3 | 51 | 80 | 1,1 |
| 7a | Desgl. bei Niedrigwasser . . | 4 | 10 | 214 | 83 | 15 | — | — | 7 | 24 | — | — | — | — |
| 8 | Bonn (Bischof 1852) sehr niedriger Wasserstand . . . . | — | 7 | 171 | 56 | 9 | — | — | 10 | 17 | — | 45 | — | — |
| 9 | Köln (Bischof) 21. Oktbr. 1870 sehr niedriger Wasserstand . | 42 | 9 | 243 | 75 | 2 | 2 | 3 | 3 | 29 | — | 50 | 52 | 0,6 |
| 9a | Desgl. Hochwasser 8. Nov. . | 150 | 4 | 158 | 35 | 4 | 8 | — | 12 | 10 | — | 38 | 64 | Sp. |
| 10 | Emmerich (Devill) . . . . . | — | — | 289 | 78 | — | — | — | 4 | — | — | — | — | — |
| 11 | Arnheim (Gunning) . . . . | — | 8 | 160 | 57 | 14 | 9 | 6 | 12 | 11 | — | 42 | — | — |

Nr. 1, 3, 11 sind entnommen: Beiträge zur Hydrographie von Baden, Heft IX.
Nr. 2, 4, 8, 9, 10 ,, ,, Bischof, Chem. Geologie, I, 271.
Nr. 5 u. 6 ist ,, Erl. zu Bl. Philippsburg v. Thürach, 1899, Mannheim.
Nr. 7 u. 7a desgl. ,, Rechenschaftsbericht des chem. Untersuchungsamts zu Mainz 1885.

Der Oberrhein in der Schweiz führt bereits ein ziemlich hartes, karbonatreiches Wasser und der Charakter desselben ändert sich bei dem Laufe durch Deutschland nur wenig. Wohl führen die Schwarzwaldflüsse weiches Wasser zu, aber die dadurch bewirkte Verdünnung wird durch das kalkreiche Illwasser wieder aufgehoben. Neckar und Main haben selbst

hartes Wasser, können aber keine wesentliche Veränderung bewirken; zwischen den Analysen 7a und 8, welche beide mit Wasserproben, die bei Niedrigwasser, allerdings in zwei ganz verschiedenen Jahren, geschöpft wurden, zeigen deutlich, daß durch den Zufluß des Wassers der Nahe, Lahn und Mosel das Rheinwasser weicher geworden ist. Nahe (siehe unten), Lahn, sowie auch Wied und Nette entwässern das kalkarme Schiefergebirge; die Mosel nimmt allerdings neben Abflüssen aus kalkarmen Schiefern, Buntsandstein, Granit, auch solche aus dem kalkreichen Terrain des Muschelkalkes und Jura auf, so daß ihr Wasser selbst ziemlich hart sein muß. Eine von Trier vorliegende Analyse weist $10^0$ Härte bei 58 mgr $CaO$ nach.

Bei der Vergleichung der Analysen ist zu bedenken, daß die Zusammensetzung des Wassers beträchtlich schwankt je nach dem Wasserstande und der Wasserführung der verschiedenen Nebenflüsse, und daß sich die verschiedenen Wasser im Stromschlauch nur langsam mischen, so daß es unmöglich ist, durch eine Analyse die durchschnittliche Zusammensetzung des Wassers im Flusse zu ermitteln.

Die weiteren Analysen zeigen nur, daß das Rheinwasser im großen und ganzen seinen Charakter beibehält, trotzdem die weiter unterhalb Bonn einmündenden Nebenflüsse Sieg, Wupper und Ruhr in meist kalkarmem Terrain ihr Wasser sammeln.

Von Mainz sind durch Dr. Egger 24 Analysen ausgeführt von Wasser, welches von der Eisenbahnbrücke oberhalb der Mainmündung aus geschöpft war und zwar in jedem Monat des Jahres 1884 eine Probe je an der rechten und linken Seite des Flusses; ferner ist in 1886 eine vollständige Analyse einer aus 12 Einzelproben hergestellten Durchschnittsprobe ausgeführt worden. Tab. VI giebt die äußersten und Mittelwerte. Danach hat das Rheinwasser geringere Härte als das des Mains und vor allem des Neckars, ebenso ist der Rückstand wesentlich geringer. Kalk und Magnesia sind reichlich vorhanden und zum größeren Teil an Kohlensäure gebunden; vom Rückstand bilden ihre Oxyde 41 %, ebensoviel wie im Neckarwasser, Phosphorsäure ist 1 mgr im l ($0{,}6$ % des Rückstands) nachgewiesen.

Außer diesen Analysen des Rheinwassers sind von Dr. Egger noch 12 vom Wasser des Mains, welche bei Kostheim, ca. 1 km oberhalb der Mündung, geschöpft wurden, und zwar je eine aus jedem Monat des Jahres 1884, und ebenso 12 Analysen von Proben von Nahewasser, geschöpft im Jahre 1885 in Bingen, vorhanden, die in den Rechenschaftsberichten des

chemischen Untersuchungsamtes zu Mainz und im Notizblatt des Vereins für Erdkunde in Darmstadt abgedruckt sind. Dieses Material können wir benützen, um zu untersuchen, welche Mengen von Salzen bei verschiedener Wasserführung im Wasser gelöst sind. Die Analysenresultate sind deshalb auf den anliegenden Diagrammen dargestellt (Tafel II), indem als Ordinaten die Pegelstände und als Abscisse die durch die Analysen festgestellten Mengen an suspendierten Stoffen, Gesamtrückstand, Härte, Chlor und Schwefelsäure (mgr im l) nach den angegebenen Maßstäben aufgetragen wurden; hierdurch wurden die bezeichneten Punkte erhalten und zwischen diesen Linien gezogen, welche sich den Beobachtungsergebnissen nach Möglichkeit anschließen.

Da der Pegel von Kostheim nur ca. 1 km von der Mainmündung entfernt ist, so steht er im Rückstaue des Rheins und die Ablesungen an demselben stellt die Wasserbewegung im Main unrichtig dar; es wurden deshalb die Ablesungen am Offenbacher Pegel in dem Diagramm aufgetragen und aus ähnlichem Grunde für die Darstellung der Wasserbewegung in der Nahe die Ablesungen am Pegel zu Kreuznach benutzt.

Die Kurve, welche die Menge der suspendierten Stoffe darstellt, zeigt in allen drei Fällen dasselbe Verhalten; bei niedrigen und mittleren Wasserständen ist die Menge des Schlammes gering und wechselt, bei eintretendem Hochwasser steigt sie plötzlich sehr stark an.

Betreffs der im Wasser gelösten Stoffe läßt das für den Rhein gezeichnete Diagramm sofort erkennen, daß bei steigendem Wasser sich die im Liter gelöste Salzmenge nur unbedeutend ändert, da die Schaulinien der Ordinatenachse und unter sich fast parallel laufen; woraus ferner folgt, daß ebenfalls die prozentische Zusammensetzung des Rückstandes annähernd dieselbe bleibt. Die genaue Rechnung bestätigt dies, denn auf je 100 mgr Rückstand entfallen im $\frac{\text{Minimum-}}{\text{Maximum-}}$ Mittel:

| Härte | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{4,3}{4,9}$ 4,6 | $\frac{34,4}{40,6}$ 35,0 | $\frac{5,8}{7,2}$ 6,5 | $\frac{3,0}{5,7}$ 4,0 | $\frac{8,8}{15,0}$ 12,7 gr. |

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Main; hier neigen sich die Linien stark nach der Abscisse und schneiden sich in verschiedenen, nicht weit voneinander entfernten Punkten. Die Salzlösung, welche das Mainwasser darstellt, wird daher mit steigendem Wasser — selbstverständlich innerhalb der Grenzen der Beobachtungen — immer verdünnter, während das Verhältnis der einzelnen Stoffe zu einander ziemlich stark schwankt.

Die Rechnung zeigt, daß 100 gr Rückstand enthalten:

| Härte | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{3,8}{4,7}$ 4,1 | $\frac{25,5}{36,9}$ 29,7 | $\frac{6,5}{10,8}$ 8,5 | $\frac{4,5}{7,9}$ 6,3 | $\frac{15}{20}$ 17,7. |

Die durch starke Regengüsse und Schneeschmelze herbeigeführte Zunahme der im Fluß abfließenden Wassermenge bewirkt also hier nicht nur eine Verdünnung der gelösten Salze, sondern auch eine Änderung in den Mengenverhältnissen derselben zu einander, was durch die sehr verschiedene Beschaffenheit des das Einzugsgebiet zusammensetzenden Bodens leicht erklärt werden kann.

Noch wesentlich anders liegen diese Verhältnisse bei der Nahe. Bei Niedrigwasser ist hier die Salzlösung verhältnismäßig konzentriert; der hohe Chlorgehalt erklärt sich leicht aus den zahlreichen Solquellen, welche teilweise im Bett der Nahe bei Münster am Stein und Kreuznach entspringen. Bei steigendem Wasser nimmt die Konzentration der Salzlösung schnell ab und scheint dann bei einem Stande von etwa 4 m und höher am Pegel zu Kreuznach einen konstanten Wert anzunehmen, wie dies am Rhein auch bei niedrigsten Wasserständen der Fall ist.

Auf 100 gr Rückstand entfallen

| Härte | CaO | MgO | Cl | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{2,3}{3,8}$ 3,5 | $\frac{16,3}{26,7}$ 23,3 | $\frac{5,2}{9,5}$ 8,6 | $\frac{9,9}{16,7}$ 11,8 | $\frac{7,0}{15,3}$ 9,0. |

Die Zusammensetzung des gelösten Rückstandes schwankt sehr bedeutend, was sich wohl wiederum aus der Verschiedenheit der einzelnen Teile des Einzugsgebietes, welches aus sehr kalkarmem Devon, voraussichtlich kalkarmem Rotliegenden im Hunsrück und in der Pfalz und sehr kalkreichem Tertiär in Rheinhessen besteht, erklären läßt. Die kalkarmen Gesteine bilden jedoch den bei weitem größten und die kalkreichen dagegen nur einen sehr kleinen Teil des Einzugsgebiets, wodurch die im Vergleich zum Rhein, Main und Neckar geringe Härte des Nahewassers bedingt ist; dagegen ist der Gehalt des Nahewassers an Chlor, Natrium und Kalium sehr hoch, was sich, wie bereits erwähnt, aus der dem Fluß zufließenden Soole von Kreuznach etc. erklärt.

Von dem im Rheinwasser schwebenden Schlick wurden von Dr. Egger 1886 zwei Proben analysiert, I. eine Durchschnittsprobe aus 6 in den Monaten Januar bis Juni genommenen Einzelproben, II. eine ebensolche aus den Monaten Juli bis Dezember. Es enthielt im Liter mgr:

| | schwebende | | und gelöste Stoffe: | |
|---|---|---|---|---|
| I. | $\frac{9}{249}$ | 53,3 | $\frac{203}{246}$ | 218 |
| II. | $\frac{7}{40}$ | 31,6 | $\frac{191}{205}$ | 200. |

In jeder Schlickprobe wurde der in heißer Salzsäure lösliche Anteil (a) bestimmt und der Rest mit Natriumkarbonat aufgeschlossen (b).

Hundertstel der trockenen Substanz:

| | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $CO_2$ | $SO_3$ | $P_2O_5$ | Glühverl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. a. | 10,2 % | 3,6 | 5,0 | 7,3 | 0,7 | 0,1 | 2,5 | 4,3 | 0,3 | 0,4 | 19,1 |
| b. | 34,1 % | 0,9 | 7,5 | 0,3 | 0,7 | 0,9 | 1,4 | — | — | 0,6 | — |
| zus. | 44,3 % | 4,5 | 12,5 | 7,6 | 1,4 | 1,0 | 3,9 | 4,3 | 0,3 | 1,0 | 19,1 |
| II. a. | 6,8 | 3,2 | 5,3 | 13,2 | 1,9 | 1,3 | | 13,4 | 0,3 | 0,5 | 11,6 |
| b. | 34,0 | 6,2 | | Sp. | 0,5 | 2,9 | | — | — | — | — |
| zus. | 40,8 | 14,7 | | 13,2 | 2,4 | 4,2 | | 12,4 | 0,3 | 0,5 | 11,6. |
| Schwebende Teile im Hochwasser bei Bonn 1851 März nach Bischof: | 57,6 | 14,4 | 10,7 | 2,7 | 0,24 | 0,39 | 0,9 | 0,0 | — | — | 9,6. |

Die Schlickproben von Mainz sind in ihrer Zusammensetzung wesentlich verschieden, doch enthalten beide beträchtliche Mengen löslicher Silikate und Karbonate, während Bischof in dem Schlick des bei Bonn geschöpften Rheinwassers letztere nicht nachweisen konnte. Der Kalkgehalt ist auch hier wesentlich geringer, und die Karbonate sind — nach Bischof — im Wasser vollständig gelöst. Der Schlick von Bonn enthält dagegen sehr viel mehr Eisen und Aluminium, welche jedenfalls aus dem Schutt des Schiefergebirges entstammen.

Phosphorsäure wurde in beiden Proben in recht beträchtlicher, Kali sogar in recht großer Menge nachgewiesen.

Es liegen uns noch einige Analysen von dem Schlamm vor, den der Rhein beim Hochwasser von 1871/72 auf der oberhalb der Mainmündung auf der rechten Seite des Stromes belegenen Insel Langenau abgesetzt hatte.

Im Salzsäureauszug wurde gefunden in drei verschiedenen Proben:

| CaO | MgO | $CO_3$ | $P_2O_5$ | org. Substanz. |
|---|---|---|---|---|
| 14,1 | 1,9 | 11,2 | 0,13 | 2,9 % |
| 15,6 | 1,9 | 12,4 | 0,11 | 2,1 % |
| 14,4 | 1,7 | 11,7 | 0,08 | 1,4 %. |

Die im Nahewasser schwebenden Teile wurden von Dr. Egger in einer Probe vom 10. Oktober 1886 untersucht, und es fand sich im 1 Wasser

| | | |
|---|---|---|
| suspendierte Stoffe | 0,0262 gr |
| a) davon in fester Salzsäure löslich | 0,0054 gr |
| b) „ „ „ unlöslich | 0,0172 gr |
| Organisches und Wasser | 0,0036 gr. |

| | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $CO_2$ | $SO_3$ | $P_2O_5$ | Organ. u. Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. | 8,2 | 8,0 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 2,7 | Sp. | Sp. | Sp. | 0,6 | 13,9 |
| b. | 48,2 | 4,6 | 5,9 | 2,2 | — | 2,1 | — | — | — | 2,0 | — |
| zus. | 56,4 | 12,6 | 6,0 | 2,7 | 0,8 | 4,8 | Sp. | Sp. | Sp. | 2,6 | 13,9. |

Der Schlick ist reich an Kieselsäure, Eisen und Phosphorsäure, dagegen arm an Kalk und Magnesia.

Da das Gefälle der Nahe in der Mündungsstrecke zwischen Kreuznach und Bingen 1,3 bis 1,2 ‰ beträgt und sich infolgedessen bei Hochwasser eine bedeutende Geschwindigkeit entwickelt, lagert der Fluß in seinem Überschwemmungsgebiet nur unfruchtbaren Kies und groben Sand ab, während der fruchtbare Schlick dem Rhein zugeführt wird. Das Alluvium enthält infolgedessen nur wenig fruchtbaren Boden, vielmehr arme Sandfelder mit schwacher Krume auf einem Untergrund mit grobem Gerölle und Schotter.



# Verzeichnis der Tabellen.



Bemerkung.
Es bedeutet: A. Ackerkrume, U. Untergrund, $U_2$ tieferer Untergrund, W. Wiese, Wein. Weinberg, Wd. Wald.

| | | |
|---|---|---|
| B. | Kartenblatt | Bensheim. |
| Bb. | » | Brensbach. |
| Bab. | » | Babenhausen. |
| E. | » | Erbach. |
| K. | » | König. |
| L. | » | Lindenfels |
| M. | » | Michelstadt. |
| Ns. | » | Neustadt. |
| N. | » | Neunkirchen. |
| R. | » | Roßdorf. |
| U. | » | Groß-Umstadt. |
| Z. | » | Zwingenberg. |

## Tabelle Ia.
## Übersicht der Schlämmanalysen etc.

| Bezeichnung der Böden | | Feinboden % | Schlämmanalyse; Hundertstel des Feinbodens | | | Thon nach Hilgard | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust | Humus nach Grandeau | Vol.-Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand 2—0,05 mm | Staub 0,05/0,01 | Feinstes < 0,01 mm | % | Max. | Min. | % | % | |
| A. Ackerböden. | | | | | | | | | | | |
| I. Metamorphe Schiefer (sm): Bergsträßer | A | 74 | 55 | 25 | 20 | 3,7 | 40 | 21 | 5,2 | 1,0 | 1,32 |
| Böllsteiner | A | 87 | 53 | 22 | 25 | 3,8 | — | — | 5,1 | 0,7 | 1,30 |
| II. Diabas (Db) . . . . | A | 87 | 52 | 25 | 23 | 5,0 | 40 | 18 | 4,1 | 1,6 | 1,40 |
| | U1 | 87 | — | — | — | — | 42 | 19 | 3,3 | 1,0 | 1,37 |
| | U2 | 49 | — | — | — | — | 40 | 17 | 2,2 | 0,2 | 1,55 |
| III. Diorit (Di) . . . . | A | 93 | 45 | 26 | 29 | 5,3 | 45 | 20 | 5,8 | 0,9 | 1,26 |
| | U2 | 99 | — | — | — | — | 46 | 19 | 5,4 | 0,5 | 1,25 |
| V. Granit: | | | | | | | | | | | |
| a. Bergsträßer (G.) | A | 74 | 65 | 19 | 17 | 2,5 | 39 | 20 | 3,9 | 0,8 | 1,42 |
| d. Böllsteiner älterer (Gr[1]) . . . . . . | A | 70 | 67 | 16 | 16 | 2,6 | 44 | 21 | 4,1 | 1,0 | 1,27 |
| e. Böllsteiner jüng. (Gr[2]) . . . . . . | A | 81 | 38 | 34 | 27 | 1,9 | 43 | 23 | 4,2 | 1,0 | 1,35 |
| | U1 | 78 | — | — | — | — | — | — | 2,0 | 0,6 | |
| | U2 | 74 | — | — | — | — | — | — | 2,1 | 0,4 | |
| VI. Hornblendegranit(Gh) | A | 80 | 55 | 23 | 22 | 5,0 | 47 | 22 | 4,8 | 1,0 | 1,18 |
| | U1 | 82 | 56 | 24 | 19 | — | 45 | 24 | 6,1 | 2,1 | 1,26 |
| | U2 | 76 | — | — | — | — | — | — | 2,8 | 0,4 | 1,44 |
| X. Rotliegendes (ro) . | A | 88 | 57 | 18 | 24 | 8,3 | — | — | 4,0 | 1,0 | |
| | U2 | 92 | — | — | — | — | — | — | 0,9 | 0,1 | |
| XI. Zechstein(Z)(kalkarm) | A | 87 | 60 | 16 | 23 | 3,7 | — | — | 4,4 | 0,5 | |
| XII. Buntsandstein: | | | | | | | | | | | |
| Schieferletten (su1) . | A | 92 | 46 | 19 | 34 | 5,2 | 43 | 22 | 4,9 | 1,0 | 1,35 |
| Tigersandstein(su2) . | A | 97 | 44 | 23 | 32 | 6,0 | 43 | 24 | 4,9 | 1,0 | 1,34 |
| | U | 84 | — | — | — | — | — | — | 2,6 | 0,2 | |
| Eckscher Geröllhorizont (sm1) . . . . | A | 92 | 70 | 15 | 15 | 4,4 | 39 | 16 | 2,8 | 1,2 | 1,40 |
| Pseudomorphosensandstein (sm2) . . | A | 90 | 67 | 21 | 12 | — | — | — | 2,7 | 0,9 | |
| feinkörniger Sdst. mit Lettenbänken(sm3) | A | 95 | 75 | 12 | 13 | 2,7 | 37 | 22 | 2,9 | 0,9 | |
| grobkörn.Sandst.(sm4) | A | 95 | 76 | 11 | 12 | 1,1 | — | — | 4,8 | 1,8 | |
| Hauptgeröllhorizont (sm5) . . . . . . | A | 94 | 56 | 3 | 21 | 2,2 | — | — | 2,7 | 1,1 | |
| | U1 | 86 | — | | | — | — | — | 2,0 | 0,9 | |

Tabelle I a.

| Bezeichnung der Böden | | Feinboden % | Schlämmanalyse; Hundertstel des Feinbodens | | | Thon nach Hilgard | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust | Humus nach Grandeau | Vol.-Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand 2–0,05 mm | Staub 0,05/0,01 | Feinstes < 0,01 mm | % | Max. | Min. | % | % | |
| Zwischenschicht. mit Karneolbank ($so_1$) . | $A_1$ | 93 | 32 | 28 | 39 | 1,3 | — | — | 4,7 | 1,3 | — |
| | $U_1$ | 97 | — | — | — | — | — | — | 2,5 | 0,3 | — |
| XIII. Muschelkalk: . . . | | | | | | | | | | | |
| Wellenkalk (mu) . | A | 67 | 28 | 26 | 45 | 6,1 | 33 | 20 | 7,1 | 1,1 | 1,36 |
| XIV. Pliocän (tp) . . . . | A | 97 | 32 | 36 | 42 | 4,3 | 45 | 20 | 5,0 | 1,7 | 1,35 |
| | $U_1$ | 92 | 14 | 42 | 43 | — | — | — | — | — | — |
| | $U_2$ | 99 | 44 | 30 | 26 | — | — | — | — | — | — |
| XV. Diluvium: | | | | | | | | | | | |
| a. Sand der Bergsträßer Terrasse | A | 97 | 41 | 51 | 8 | 0,7 | 34 | 18 | 2,1 | 0,8 | 1,57 |
| b. Moränen ($dm^{gl}$) . | A | 96 | 45 | 27 | 27 | 7,3 | — | — | 4,9 | 0,8 | — |
| $c_1$. Flugsand (ds) . . | A | 99 | 88 | 5 | 7 | 0,5 | 36 | 9 | 1,3 | 0,6 | 1,57 |
| $c_2$. Löß, Lößlehm, Laimen . . . . | A | 98 | 17 | 52 | 31 | 4,5 | 42 | 20 | 4,3 | 0,0 | 1,36 |
| | $U_2$ | 97 | — | — | — | — | — | — | 1,5 | 0,0 | — |
| $c_3$. Lehm: | | | | | | | | | | | |
| α) aus Lößmaterial | A | 98 | 16 | 54 | 29 | 3,7 | 45 | 25 | 3,7 | 0,9 | 1,31 |
| | $U_1$ | 98 | — | — | — | — | — | — | 3,0 | 0,5 | — |
| | $U_2$ | 100 | 21 | 54 | 24 | — | — | — | 2,4 | 0,25 | — |
| d. Glaciallehm . . | A | 95 | 14 | 46 | 39 | 6,6 | 47 | 22 | 3,7 | 0,6 | — |
| α) aus gemischt. | $U_1$ | — | 13 | 56 | 31 | — | — | — | — | — | — |
| Material . . . | $U_2$ | 100 | 13 | 44 | 40 | — | — | — | 2,9 | 0,0 | — |
| β) glacialer Lehm üb. Granit (Granophyrlehm) . | A | 97 | 37 | 37 | 25 | — | — | — | 3,7 | 0,5 | — |
| XVI. Alluvium . . . . . | A | 99 | — | — | — | — | — | — | 3,0 | 1,0 | — |
| B. Wiesenböden. | | | | | | | | | | | |
| Wiesen im Granitgebiete . | A | 97 | — | — | — | — | — | — | 13,1 | 3,8 | — |
| | $U_1$ | 97 | — | — | — | — | — | — | 10,5 | 3,1 | — |
| ,, ,, Buntsandstein | A | 100 | — | — | — | — | — | — | 6,8 | 2,0 | — |
| ,, ,, Pliocän . . . | A | 100 | — | — | — | — | — | — | 10,1 | 2,5 | — |
| ,, ,, Lehm . . . . | A | 97 | — | — | — | — | — | — | 10,9 | 2,8 | — |
| | $U_2$ | 100 | — | — | — | — | — | — | 4,6 | — | — |
| ,, ,, Alluvium . . . | A | 99 | — | — | — | — | — | — | 7,9 | 2,0 | — |

Tabelle

Einzel-Schlämm-

| Nr. | Kartenblatt | Bezeichnung des Bodens | | Tiefe bis cm |
|---|---|---|---|---|
| | | **I. Metamorphe Schiefer.** | | |
| | | (ms) a. Bergsträßer Schiefer. | | |
| 34 | N | Kolmbach, Fl. 4, auf der Höhe . . . . . . . . . . | A | 15 |
| 222 | N | Winkel, Fl. 4, oberh. d. Straße n. Winterkasten . . | A | 15 |
| 385 | Bb | Gr.-Bieberau, Fl. 8, am Wege n. Hippelsbach . . · | A | 15 |
| | | (ms) b. Böllsteiner Schiefer. | | |
| 397 | Bb | Höllerbach Fl. 1, an d. Gemarkungsgrenze (mit Löß?) | A | 15 |
| | | **II. (Db) Diabas.** | | |
| 78 | N | Balkhausen, Fl. 11, Steinbruch . . . . . . . . . . . . . | A | 15 |
| | | über der Quattelbach, mit wenig Ganggranit . . . . . . | $U_1$ | 30 |
| | | „ „ „ „ „ „ . . . . . . | $U_2$ | 100 |
| | | **Diabas mit Löß.** | | |
| 380 | Bb | Klingenberg bei Gr.-Bieberau . . . . . . . . . . . . . . | A | 15 |
| | | **III. (Di) Diorit.** | | |
| 10 | N | Gadernheim, Fl. 3, am Wege nach der Neunkirchener Höhe | A | 20 |
| · | | „ „ „ „ „ „ „ „ „ | $U_2$ | 100 |
| 215 | N | Laudenau, Fl. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | A | 15 |
| | | **Diorit mit Löß.** | | |
| 62 | N | Unter-Hambach, Fl. 2, Kritzberg . . . . . . . . . . . . | Wein | 30 |
| 384 | Bb | Haard in Gr.-Bieberau (mit Granit) . . . . . . . . . . . | A | 15 |
| | | **V. Granit.** | | |
| | | (G) a. Bergsträßer Granit. | | |
| 2 | N | Allertshofen, Fl. 1, über dem Orte . . . . . . . . | A | 15 |
| 210 | Bb | Pfaffenbeerfurt, Fl. 2, Kiesgrube . . . . · . . . . · | A | 15 |
| 17 | N | Ober-Beerbach, Fl. 15, Stettbacher Höhe . . . . . | A | 15 |
| 14 | N | Brandau, Fl. 2, am Streitberg, porphyrisch . . . . | A | 15 |
| 15 | N | Beedenkirchen, Fl. 7, Gaisberg, „ . . . . | A | 15 |
| 19 | B | Bensheim, Kirchberg (mit Löß oder Flugsand) . . . | Wein | 30 |
| | | (Gr[1]) b. älterer Böllsteiner Granit. | | |
| 40 | Bb | Kirchbeerfurth, Fl. 2, Bahneinschnitt . . . . . . . | A | 15 |
| 41 | Bb | „ Fl. 1, Straße nach Vierstöck . . . . | A | 20 |
| 151 | Bb | Ober-Gersprenz, Fl. 2, über der Hutzwiese . . . . . | A | 15 |

Ib.

Analysen.

| Hundertstel des Gesamtbodens | | | Hundertstel des Feinbodens | | | | | | | | | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust % | Humus nach Grandeau | Spec. Gew. | Vol.-Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand | | | | | Staub | Feinstes | | | | | | | | |
| > 5 mm | 5–2 mm | Feinboden < 2 | I. 2/1 mm | II. 1/0,5 mm | III. 0,5/0,2 mm | IV. 0,2/0,1 mm | V. 0,1/0,05 mm | VI. 0,05/0,01 mm | VII. < 0,01 mm | Sa. | Thon nach Hilgard | Max. | Min. | | | | |
| 6,2 | 8,8 | 85,0 | 5,9 | 7,1 | 13,5 | 18,3 | 17,3 | 22,8 | 14,0 | 98,9 | 4,6 | 43 | 22 | 5,0 | 1,2 | 2,58 | 1,33 |
| — | — | 82,1 | 3,6 | 3,2 | 6,0 | 8,8 | 18,0 | 30,6 | 29,0 | 99,2 | — | 37 | 21 | 5,9 | 1,3 | — | 1,32 |
| 35,3 | 12,0 | 52,7 | 22,6 | 10,4 | 9,9 | 10,1 | 9,6 | 20,3 | 16,8 | 99,7 | 2,8 | — | — | — | — | — | — |
| 7,8 | 2,4 | 89,8 | 3,1 | 4,4 | 10,0 | 16,7 | 18,4 | 22,2 | 24,6 | 99,4 | 3,8 | — | — | 4,4 | 0,4 | — | — |
| 5,7 | 6,0 | 88,3 | 9,5 | 9,3 | 11,6 | 7,9 | 13,4 | 24,8 | 22,6 | 99,1 | 5,0 | 40 | 18 | 4,8 | 1,9 | 2,58 | 1,40 |
| 6,1 | 7,4 | 86,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 42 | 19 | 3,3 | 1,0 | 2,59 | 1,37 |
| 32,4 | 18,9 | 48,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 40 | 17 | — | 0,2 | 2,69 | 1,55 |
| 29,8 | 7,8 | 62,4 | 10,5 | 6,2 | 6,1 | 5,0 | 7,0 | 29,8 | 34,9 | 99,5 | 2,9 | — | — | 5,1 | 0,4 | — | — |
| 0,9 | 7,8 | 91,3 | 10,7 | 10,2 | 11,9 | 12,7 | 12,4 | 18,2 | 23,2 | 99,3 | 4,2 | 46 | 20 | 5,7 | 1,1 | 2,35 | 1,25 |
| — | — | 98,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 46 | 19 | 5,4 | 0,5 | — | 1,25 |
| 1,2 | 6,0 | 92,8 | 1,9 | 2,8 | 5,7 | 7,5 | 10,1 | 32,2 | 37,5 | 97,7 | 5,4 | 46 | 21 | 7,9 | 1,0 | — | 1,27 |
| 13,4 | 11,6 | 75,0 | 6,6 | 9,8 | 11,8 | 14,4 | 15,3 | 20,1 | 20,9 | 98,9 | 6,1 | 42 | 19 | 5,1 | 0,7 | 2,55 | 1,48 |
| 5,1 | 3,3 | 91,6 | 6,6 | 4,1 | 6,9 | 6,3 | 11,0 | 32,6 | 31,5 | 99,0 | — | — | — | 5,4 | 0,6 | — | — |
| 21,2 | 36,4 | 42,4 | 21,3 | 14,8 | 15,2 | 13,5 | 13,0 | 13,8 | 8,5 | 100,1 | 1,2 | 37 | 18 | 2,4 | 0,3 | 2,55 | 1,49 |
| 8,2 | 15,0 | 76,8 | 10,7 | 9,1 | 9,1 | 5,3 | 8,0 | 28,2 | 28,9 | 99,4 | 3,9 | 42 | 23 | 4,6 | 0,8 | — | 1,36 |
| — | — | 80,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 43 | 20,9 | 2,5 | 0,6 | — | 1,32 |
| — | — | 32,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,2 | 0,9 | — | 1,52 |
| — | — | 53,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 35 | 18 | 5,3 | 1,2 | — | 1,35 |
| 41,4 | 16,1 | 42,5 | 18,5 | 10,0 | 17,4 | 15,1 | 10,5 | 14,5 | 13,3 | 99,3 | 2,5 | 39 | 21 | 4,2 | 1,1 | — | 1,45 |
| 34,4 | 19,3 | 46,3 | 19,0 | 13,0 | 12,8 | 9,6 | 8,4 | 19,0 | 17,4 | 99,2 | 2,4 | 45 | 22 | 6,1 | 1,8 | 2,55 | 1,21 |
| 32,3 | 20,0 | 47,7 | 16,1 | 16,8 | 14,3 | 12,8 | 9,0 | 14,9 | 15,2 | 99,1 | 1,5 | 43 | 21 | 4,3 | 1,0 | 2,48 | 1,33 |
| 25,0 | 19,3 | 55,7 | 19,7 | 16,8 | 14,4 | 10,8 | 7,6 | 14,5 | 16,0 | 99,8 | 3,9 | 43 | 22 | 4,1 | 0,8 | — | 1,29 |

Tabelle Ib.

| No. | Kartenblatt | Bezeichnung des Bodens | | Tiefe bis cm |
|---|---|---|---|---|
| | | (Gr²) jüngerer Böllsteiner Granit. | | |
| 46 | Bb | Langenbrombach, Fl. 2, Steinkopf | A | 15 |
| 202 | Bb | Böllstein, Fl. 1 u. 2, Höhe, fast wagrecht | A | 15 |
| | | VI. (G^h) Hornblendegranit. | | |
| 75 | N | Kuppe des Felsberges nordöstlich | A | 15 |
| | | Acker mit Rüben | $U_1$ | 35 |
| | | " " " | $U_2$ | 100 |
| 54 | Bb | Reichelsheim, Fl. 8, am Fuße des Reichenberges | A | 15 |
| | | " " " " " " " | U | 30 |
| 1 | N | Beedenkirchen, Fl. 9, östl. des Wäldchens | A | 15 |
| | | X. (ro) Rotliegendes. | | |
| 178 | Bb | Ober-Rotl. mit Granit von Oberkainsbach | A | 15 |
| 374 | R | Zeilharder Schichten südl. von Gundernhausen, Fl. 4, Hohlweg am Stettritz | A | 15 |
| | | XI. (z) Zechstein. | | |
| 348 | Bb | Forstel, Fl. 2, Zechstein mit Mangan | A | 15 |
| 42 | Bb | Spreng bei Langenbrombach, desgl. | A | 20 |
| | | XII. Buntsandstein. | | |
| | | Unterer Buntsandstein. | | |
| | | ($su_1$) Schieferletten. | | |
| 122 | Bb | Böllstein, Fl. 1, mit Granitgrus | A | 15 |
| 123 | Bb | desgl. östl. der Straße | A | 20 |
| | | ($sm_1$) Tigersandstein. | | |
| 350 | Bb | Forstel, Fl. 3, (vielleicht mit Lehmbeimischung?) | A | 15 |
| | | Mittlerer Buntsandstein. | | |
| | | ($sm_1$) Eckscher Geröllhorizont. | | |
| 64 | B | Steinkopf bei Heppenheim | Wein | 30 |
| 351 | Bb | Ober-Kinzig, Fl. 8, Hochfläche (mit Löß?) | A | 15 |
| | | ($sm_2$) Pseudomorphosen-Sandstein. | | |
| 352 | Bb | Mittel-Kinzig, Fl. 4, am Waldrand | A | 15 |
| | | ($sm_3$) Feinkörniger Sandstein mit Lettenbänken. | | |
| 247 | M | Dorf Erbach, Fl. 3, sandiger Lehm | A | 15 |
| | | ($sm_3$) mit Löß. | | |
| 295 | K | König, Fl. 3, fast wagrecht liegend | A | 15 |
| 291 | K | " Fl. 2, oberhalb der Gartenwirtschaft | A | 15 |

| Hundertstel des Gesamtbodens | | | Hundertstel des Feinbodens | | | | | | | | | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust % | Humus nach Grandeau | Spec. Gew. | Vol.- Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand | | | | | Staub | Feinstes | Sa. | Thon nach Hilgard | | | | | | |
| < 5 mm | 5—2 mm | Feinboden < 2 mm | I. 2/1 mm | II. 1/0,5 mm | III. 0,5/0,2 mm | IV. 0,2/0,1 mm | V. 0,1/0,05 mm | VI. 0,05/0,01 mm | VII. < 0,01 mm | | | Max. | Min. | | | | |
| 9,6 | 5,7 | 84,7 | 4,5 | 3,0 | 4,5 | 4,2 | 10,8 | 45,6 | 26,0 | 98,6 | 1,9 | 43 | 25 | 4,4 | 1,4 | 2,46 | 1,37 |
| — | — | 78,4 | 9,3 | 10,2 | 12,0 | 7,7 | 8,4 | 23,2 | 28,8 | 99,6 | — | 43 | 21 | 3,4 | 1,0 | — | 1,33 |
| 13,0 | 19,5 | 67,5 | 13,0 | 7,6 | 8,7 | 11,9 | 14,7 | 23,8 | 19,8 | 99,5 | 4,5 | 45 | 24 | 6,7 | 2,5 | 2,37 | 1,27 |
| 17,2 | 17,6 | 75,3 | 10,9 | 7,6 | 9,3 | 13,6 | 14,5 | 24,0 | 19,1 | 99,0 | — | 45 | 24 | 6,1 | 2,1 | 2,50 | 1,26 |
| 13,6 | 4,2 | 82,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,4 | 0,4 | 2,74 | 1,44 |
| 1,1 | 8,9 | 90,0 | 14,6 | 10,7 | 12,7 | 7,9 | 8,0 | 22,2 | 23,1 | 99,2 | 5,8 | 48 | 20 | 5,2 | 0,3 | 2,55 | 1,13 |
| 1,1 | 10,1 | 88,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | | 46 | 22 | 5,1 | — | 2,54 | 1,14 |
| 6,3 | 10,1 | 83,6 | 10,3 | 9,0 | 11,5 | 10,6 | 11,8 | 24,0 | 22,8 | 100 | 4,8 | — | — | 5,4 | 1,5 | — | — |
| — | — | 75,1 | 12,8 | 11,0 | 12,6 | 9,3 | 8,7 | 18,4 | 26,3 | 99,1 | 8,3 | — | — | 4,5 | 1,1 | — | — |
| 6,2 | 5,5 | 88,3 | 2,4 | 6,5 | 11,1 | 19,3 | 19,7 | 17,9 | 22,5 | 99,4 | — | — | — | 3,5 | 0,9 | — | — |
| 2,5 | 1,5 | 96,0 | 3,5 | 5,8 | 21,6 | 19,6 | 14,3 | 12,5 | 22,4 | 99,7 | 3,6 | — | — | 4,0 | 0,3 | — | — |
| — | — | 93,8 | 3,8 | 4,6 | 13,0 | 18,0 | 15,2 | 20,5 | 23,9 | 99,0 | 3,9 | — | — | 4,8 | 0,7 | — | — |
| — | — | 93,3 | 8,9 | 8,0 | 8,8 | 6,0 | 7,8 | 18,5 | 41,7 | 100,2 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 84,9 | 10,2 | 10,4 | 13,5 | 6,8 | 10,5 | 20,3 | 27,2 | 98,9 | 5,2 | 43 | 22 | 4,9 | 1,0 | — | 1,37 |
| 0,8 | 2,6 | 96,6 | 1,8 | 2,5 | 6,8 | 12,0 | 20,6 | 23,5 | 32,0 | 99,2 | 6,0 | 43 | 24 | 5,0 | 1,0 | – | 1,34 |
| 28,1 | 7,1 | 64,8 | 2,3 | 3,0 | 14,5 | 51,5 | 9,3 | 5,8 | 12,8 | 99,9 | 6,4 | 41 | 13 | 2,2 | 0,3 | 2,56 | 1,32 |
| 3,2 | 1,9 | 94,9 | 1,7 | 1,9 | 17,3 | 27,7 | 11,7 | 23,3 | 16,5 | 100,1 | 2,5 | 37 | 20 | 2,8 | 1,2 | — | 1,49 |
| 16,2 | 1,1 | 82,7 | 1,2 | 3,2 | 22,7 | 28,9 | 10,7 | 20,8 | 12,4 | 99,9 | — | — | — | 2,5 | 0,8 | — | — |
| 4,3 | 2,4 | 93,3 | 0,7 | 1,4 | 1,3 | 20,0 | 9,5 | 30,0 | 37,3 | 100,2 | — | 37 | 22 | 2,9 | 0,9 | — | — |
| — | — | 81,2 | 1,7 | 2,3 | 21,5 | 38,7 | 10,9 | 12,4 | 11,6 | 99,1 | — | — | — | 2,9 | 0,9 | — | — |
| — | — | 98,7 | 7,3 | 15,5 | 27,1 | 19,0 | 6,5 | 10,8 | 14,0 | 100,2 | 2,7 | — | — | 3,5 | 0,9 | — | — |

Tabelle Ib.

| No. | Kartenblatt | Bezeichnung des Bodens | | Tiefe bis cm |
|---|---|---|---|---|
| | | ($sm_4$) Grobkörniger Sandstein. | | |
| 307 | K | Kimbach, Fl. 3, steiler Abhang (Mischboden) | A | 15 |
| | | ($sm_5$) Hauptgeröllhorizont. | | |
| 272 | M | Bullau, Fl. 4, Pfaffenacker | A | 15 |
| 313 | K | Vielbrunn, nördlich vom Orte, mit Lehm | A | 15 |
| | | Oberer Buntsandstein. | | |
| | | ($so_1$) Zwischenschichten mit Karneolbank. | | |
| 252 | M | Michelstadt, Fl. 13, lettige Schichten, Grasacker | A | 15 |
| 276 | E | Zwischen Haisterbach und Haisterbachhof (Lehm?) | A | 15 |
| | | XIII. Muschelkalk, Wellenkalk (mu). | | |
| 234 | M | Dorf Erbach, östl. Steinbruch, Fl. 1 (mit etwas Sandst.) | A | 15 |
| 235 | M | Michelstadt, Fl. 5, am Gräsig (mit etwas Sandstein) | A | 15 |
| | | XIV. (tp) Pliocän. | | |
| 302 | K | Momart, Fl. 8, Ackerkrume mit etwas Lehm | A | 15 |
| 303 | K | „ im Linnich, Thon | U | 50/60 |
| 316 | K | Vielbrunn, Ziegelhütte (mit Lehm) | A | 15 |
| | | Weitengesäß v. d. Freiburg, Wegeinschnitt | U | 120 |
| | | Lützelbach, v. d. Diemen, Fl. 10 | U | 150 |
| | | XV. Diluvium. | | |
| | | a. Sand der Bergsträßer Diluvial-Terrasse. | | |
| 20 | B | Bensheim, Fl. 16 | A | 20 |
| | | b. Moränen ($dm^{gl}$). | | |
| 254 | E | Steinbach, Fl. 8, fast wagrecht liegend | A | 15 |
| 391 | Bb | Gr.-Bieberau, a. d. Wersauer Mühle, schwer. Lehm m. Geröllen | A | 15 |
| | | c. Flugsand, Löß, Lößlehm (ds, dlö, dla). | | |
| | | $c_1$. Flugsand (ds). | | |
| XIV | B | Flugsand von Lorsch nach Klemm | A | — |
| 18 | Z | „ von Schönberg | A | 15 |
| | | $c_2$. Löß und Lößlehm (dlö, dla). | | |
| 67 | N | Löß von Elmshausen, an der Papiermühle | A | 20 |
| 157 | Bb | Laimen, Langenbrombach, Lehmgr., Weg n. Kirchbrombach, mit Bohnerz | A | 15 |
| 293 | K | Laimen von König, Fl. 2, Gickelsgraben | A | 15 |
| | K | desgl. „ „ | $U_1$ | 35 |
| 294 | K | desgl. Gestein d. Sandlöß | $U_2$ | 160 |

| Hundertstel des Gesamtbodens | | | Hundertstel des Feinbodens | | | | | | | | | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust % | Humus nach Grandeau | Spec. | Vol.- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand | | | | | Staub | Feinstes | | Thon nach Hilgard | | | | | Gew. | |
| > 5 mm | 5—2 mm | Feinboden > 2 | I. 2/1 mm | II. 1/0,5 mm | III. 0,5/0,2 mm | IV. 0,2/0,1 mm | V. 0,1/0,05 mm | VI. 0,05/0,01 mm | VII. < 0,01 mm | Sa. | | Max. | Min. | | | | |
| — | — | 93,9 | 1,4 | 13,8 | 25,9 | 25,9 | 9,2 | 10,8 | 12,0 | 99,0 | 1,1 | — | — | 2,6 | 1,1 | — | — |
| — | — | 96,6 | 0,8 | 2,4 | 23,7 | 16,5 | 7,9 | 21,0 | 27,4 | 99,7 | 2,2 | — | — | | — | — | — |
| — | — | 98,5 | 1,7 | 3,2 | 19,5 | 17,1 | 19,2 | 24,4 | 14,4 | 99,5 | — | — | — | | — | — | — |
| — | — | 99,9 | 0,8 | 0,8 | 2,8 | 7,2 | 9,3 | 26,2 | 52,0 | 99,1 | 1,6 | — | — | 5,1 | 1,1 | — | — |
| — | — | 95,5 | 0,8 | 0,9 | 8,3 | 17,8 | 15,1 | 30,2 | 25,6 | 98,7 | 1,0 | — | — | 4,1 | 1,3 | — | — |
| 12,4 | 2,2 | 85,4 | 3,7 | 3,2 | 9,3 | 9,6 | 9,3 | 25,3 | 38,9 | 99,3 | 3,8 | 33 | 20 | 5,1 | 0,4 | — | 1,36 |
| 49,0 | 3,4 | 47,6 | 3,1 | 2,4 | 5,6 | 5,2 | 4,8 | 25,8 | 52,0 | 99,2 | 8,3 | — | — | 9,4 | 1,35 | — | |
| — | — | 99,0 | 1,2 | 1,3 | 3,7 | 2,4 | 7,7 | 49,6 | 30,6 | 99,5 | 5,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 99,5 | 0,2 | 0,6 | 4,3 | 1,8 | 7,0 | 42,3 | 42,8 | 99,0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,4 | 1, | 96,7 | 1,4 | 1,4 | 7,8 | 3,9 | 5,7 | 42,2 | 46,8 | 99,2 | 3,4 | 45 | 20 | 4,0 | 1,0 | — | 1,35 |
| — | — | 94,4 | 3,0 | 7,2 | 17,7 | 11,3 | 4,8 | 33,8 | 21,3 | 99,1 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 98,4 | 11,2 | 2,7 | 1,9 | 16,8 | 12,1 | 26,5 | 27,3 | 98,5 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,4 | 1,7 | 96,9 | 0,7 | 1,6 | 26,4 | 51,5 | 7,5 | 7,5 | 4,7 | 99,9 | 0,7 | 34 | 18 | 2,1 | 0,8 | 2,58 | 1,57 |
| — | — | 96,7 | 2,6 | 10,0 | 20,7 | 9,7 | 7,4 | 52,6 | 22,6 | 98,6 | — | — | — | 5,4 | 1,1 | — | — |
| 12,2 | 7,0 | 80,8 | 5,2 | 5,6 | 11,7 | 8,4 | 8,0 | 28,2 | 32,1 | 99,2 | 6,3 | — | — | 4,4 | 0,5 | — | — |
| — | — | 100 | 0,6 | 9,6 | 56,5 | 18,4 | 2,2 | 4,6 | 6,9 | 98,8 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 99,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,5 | 36 | 9 | 1,3 | 0,6 | — | 1,57 |
| 0,2 | 0,6 | 99,2 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 2,5 | 14,1 | 59,3 | 20,6 | 99,6 | 4,0 | 43 | 18 | 2,2 | — | — | 1,33 |
| 0,0 | 0,2 | 99,8 | 0,3 | 0,5 | 1,3 | 1,4 | 5,0 | 52,2 | 37,6 | 99,2 | — | 44 | 23 | 3,9 | 0,5 | — | 1,36 |
| 0,6 | 0,2 | 99,2 | 0,4 | 1,4 | 4,0 | 2,7 | 6,1 | 50,3 | 33,9 | 98,8 | 5,0 | 41 | 18 | 3,9 | 0,9 | — | 1,39 |
| — | — | 100 | 0,2 | 0,6 | 2,6 | 3,4 | 9,7 | 42,3 | 40,0 | 99,1 | — | — | — | 3,2 | — | — | — |
| — | — | 97,9 | 0,6 | 0,4 | 1,8 | 3,3 | 11,2 | 67,9 | 14,3 | 99,5 | — | — | — | 1,7 | — | — | — |

Tabelle Ib.

| No. | Kartenblatt | Bezeichnung des Bodens | | Tiefe bis cm |
|---|---|---|---|---|
| 332 | K | Laimen, Höchster Centwald, Grenze mit Rimhorn . . . . | $U_1$ | 40 |
| | K | Sandlößgestein, desgl. . . . . | $U_2$ | 150 |
| 401 | Bb | Brensbach, Fl. 11, unreiner Lehm aus der Grube nördlich | A | 25 |
| 402 | Bb | „ desgl. vom Ort (mit Granit) . . . . . . . . | $U_1$ | 25/70 |
| 403 | Bb | „ Lößgestein mit wenig Granitgrus . . . . . . | $U_2$ | 150 |
| | | $c_3$. Lehm aus Lößmaterial (dl). | | |
| 29 | N | Reichenbach, Fl. 6, auf d. Binn . . . . . . . . . . . . | A | 15 |
| 173 | Bb | Reichelsheim, am Bahnhof, Baumstücke . . . . . . . . | A | 20 |
| 249 | E | Erbach, südlich d. Sophienhöhe, auf $so_1$ . . . . . . . . | A | 15 |
| 354 | Bb | Kirchbrombach, Hochfläche d. großen Eichels . . . . . . | A | 15 |
| | K | Weitengesäß, Fl. 9, am Haidenbuckel, auf $sm_5$ . . . . . | A | 15 |
| | K | ebenda zw. Haidenbuckel u. Maigert . . . . . . . . . . | $U_2$ | 30/40 |
| | | d. Glaciallehm (dm gl) | | |
| | | α. Glaciallehm, gemischt. | | |
| 70 | N | Beedenkirchen, Fl. 8, Kreisstraße nach Brandau . . . | A | 15 |
| | | desgl. lößartig . . . . . . . . . . . | U | 15/30 |
| 39 | N | Ziegelei in Gadernheim . . . . . . . . . . . . . . . | W | 10 |
| | | desgl. . . . . . . . . . . . . . | $U_2$ | 100 |
| 12 | N | Lützelbach . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| | | β. Glacialer Granophyrlehm. | | |
| 425 | N | Neutsch, unterhalb des Rämsterberges . . . . . . . . | A | 15 |
| | | Alluvium. | | |
| | Bab. | Wiesenlehm der Gersprenz, nach Klemm . . . . . . . . . | | |
| | | Erl. z. Bl. Babenhausen, S. 26 . . . . . . . . . . . . . . | | |

| Hundertstel des Gesamtbodens | | | Hundertstel des Feinbodens | | | | | | | | | Wasserfassung Vol. % | | Glühverlust | Humus nach Grandeau | Spec. | Vol.- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand | | | | | Staub | Feinstes | Sa. | Thon nach Hilgard | | | | | Gew. | |
| > 5 mm | 5—2 mm | Feinboden > 2 | I. 2/1 mm | II. 1/0,5 mm | III. 0,5/0,2 mm | IV. 0,2/0,1 mm | V. 0,1/0,05 mm | VI. 0,05/0,01 mm | VII. < 0,01 mm | | | Max. | Min. | % | | | |
| — | — | 100 | 0,5 | 1,0 | 1,9 | 3,7 | 7,7 | 53,6 | 32,0 | 100,4 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 99,4 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 6,6 | 69,5 | 19,9 | 98,9 | — | — | — | — | — | — | — |
| 6,7 | 6,3 | 87,0 | 4,2 | 4,6 | 9,3 | 6,5 | 8,1 | 34,5 | 31,9 | 99,1 | 4,0 | — | — | 4,5 | 0,6 | — | — |
| — | — | 100 | 0,2 | 0,5 | 1,9 | 1,7 | 8,2 | 49,9 | 36,4 | 98,8 | — | — | — | 3,7 | 0,3 | — | — |
| — | — | 100 | 0,5 | 1,0 | 1,9 | 2,7 | 8,4 | 59,8 | 25,3 | 99,6 | — | — | — | 1,5 | 0,0 | — | — |
| 0,1 | 0,6 | 99,3 | 0,8 | 0,3 | 0,9 | 1,6 | 13,0 | 53,7 | 29,0 | 99,2 | 4,5 | 46 | 26 | 3,9 | 0,8 | — | 1,31 |
| 0,3 | 1,6 | 98,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,0 | 7,5 | 54,0 | 28,6 | 99,6 | 5,0 | 45 | 23 | 4,0 | 1,1 | — | 1,33 |
| 0,0 | 0,2 | 99,8 | 0,4 | 0,5 | 1,5 | 3,3 | 7,6 | 46,2 | 39,7 | 99,2 | 1,7 | 44 | 26 | 5,0 | 1,3 | — | 1,29 |
| 0,0 | 0,7 | 99,3 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 1,6 | 7,6 | 57,2 | 29,6 | 99,4 | — | — | — | 4,0 | 0,9 | — | — |
| — | — | 99,6 | 0,9 | 2,6 | 3,9 | 4,1 | 9,3 | 57,6 | 20,2 | 98,6 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 95,7 | 1,2 | 1,2 | 4,1 | 3,8 | 10,1 | 54,3 | 24,2 | 98,9 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,2 | 0,5 | 99,3 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 1,8 | 10,7 | 55,4 | 29,9 | 99,8 | 4,3 | 43 | 23 | 3,1 | 0,6 | — | 1,34 |
| — | — | 99,5 | 0,6 | 1,1 | 0,5 | 1,9 | 9,4 | 55,8 | 30,6 | 99,9 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,0 | 0,1 | 99,9 | 0,6 | 0,7 | 2,1 | 3,4 | 6,9 | 36,9 | 48,8 | 99,4 | 8,8 | 55 | 23 | 11,2 | 2,7 | — | — |
| — | — | 100 | 0,8 | 1,0 | 2,0 | 3,3 | 6,9 | 43,9 | 40,4 | 98,3 | — | — | | 4,6 | 0,0 | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 44 | 21 | 4,2 | 0,9 | — | 1,33 |
| 2,0 | 5,2 | 92,8 | 5,0 | 4,5 | 5,7 | 7,3 | 14,7 | 36,8 | 25,4 | 99,4 | — | — | — | 3,7 | 0,5 | — | — |
| — | — | — | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 2,6 | 18,9 | 38,3 | 36,9 | 100,0 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | 3,5 | | 6,1 | 17,9 | 6,2 | 24,9 | 41,4 | 100,0 | — | — | — | — | — | — | — |

Tabelle

Mittelwerte des Gehaltes an Fein-
Magnesia und Kohlen-

| | Bezeichnung des Bodens | Im Gesamtboden ist enthalten Feinboden < 2 mm | | |
|---|---|---|---|---|
| | | A ‰ | $U_1$ ‰ | $U_2$ ‰ |
| | **A. Ackerböden.** | | | |
| I | Metamorphe Schiefer: a. Bergsträßer | 743 | 873 | 582 |
| | „ mit Löß oder Flugsand | 655 | 940 | — |
| | b. Böllsteiner | 875 | 580 | — |
| | Graphitschiefer | 807 | — | — |
| II | Diabas | 873 | 865 | 487 |
| | „ mit Löß | 624 | — | — |
| | Granatfels | 853 | — | — |
| III | Diorit | 925 | 809 | 995 |
| | „ mit Löß oder Flugsand | 826 | — | 996 |
| | „ mit Granit | 905 | — | — |
| IV | Gabbro | 911 | — | 990 |
| V | Granit: a. Bergsträßer | 736 | 818 | 847 |
| | „ mit Löß oder Flugsand | 640 | 885 | — |
| | b. Granit von Neutsch (Granophyr) | 873 | — | 819 |
| | c. Granitporphyr (Gang) | 851 | — | — |
| | d. Böllsteiner, älterer | 702 | 520 | 638 |
| | e. „ jüngerer | 813 | 780 | 738 |
| | mit Lehm | 912 | — | — |
| VI | Hornblendegranit | 797 | 821 | 758 |
| | „ mit Löß | 708 | — | — |
| | „ mit Diorit | 966 | — | — |
| VII | Quarzporphyr | 501 | — | — |
| VIII | Basalt (mit Löß?) | 975 | 850 | — |
| IX | Minette | 908 | — | — |
| X | Rotliegendes | 876 | 783 | 918 |
| XI | Zechstein: kalkarm | 871 | 963 | — |
| | kalkreich | 622 | — | — |
| XII | Buntsandstein: Schieferletten ($su_1$) | 915 | 823 | 969 |
| | Tigersandstein ($su_2$) | 966 | 837 | — |
| | „ mit Lehm und Löß | 766 | 532 | — |
| | Eck'scher Geröllhorizont ($sm_1$) | 921 | 817 | — |
| | „ „ mit Löß | 648 | — | — |

II.

boden, Glühverlust, Humus, Kalk,
säure aller Bodengruppen.

| Im lufttrockenen Feinboden sind enthalten Tausendstel | | | | | | | | | | | | | | | Zahl der Bodenproben | No. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Glühverlust | | | Humus | | | Kalk (CaO) | | | Magnesia (MgO) | | | Kohlensäure ($CO_2$) | | | | |
| A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_2$ | $U_2$ | | |
| 52 | — | — | 10 | — | — | 2,6 | 1,9 | 1,4 | 2,2 | 3,7 | 4,0 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 11 | I |
| 53 | 36 | – | 5 | 0,7 | — | 18,4 | 7,9 | — | 1,7 | 2,1 | — | 10,4 | 0,2 | — | 3 | |
| 51 | 37 | — | 7 | — | — | 2,6 | 3,9 | — | 0,9 | 0,4 | — | 0,4 | 0,4 | — | 12 | |
| — | — | — | — | — | — | 3,4 | — | — | 1,6 | — | — | 0,5 | — | | 3 | |
| 45 | 33 | 20 | 16 | 10 | 0,2 | 2,2 | 1,1 | 0,9 | 3,2 | 1,5 | 2,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 4 | II |
| 51 | — | — | 4 | — | — | 21,5 | — | — | 4,9 | — | — | 12,7 | — | — | 1 | |
| — | — | — | — | — | — | 2,1 | — | — | 0,7 | — | — | 0,8 | — | — | 1 | |
| 58 | — | — | 9 | — | 0,5 | 2,7 | 4,3 | 4,3 | 2,5 | 4,6 | 5,1 | 0,2 | 0,1 | 0,07 | 17 | III |
| 38 | – | 33 | 5 | — | 0,5 | 13,8 | — | 6,6 | 3,6 | — | 7,6 | 7,4 | — | 1,3 | 4 | |
| — | — | — | — | — | — | 3,3 | — | — | — | — | — | 0,2 | — | — | 1 | |
| 42 | — | — | 8 | — | — | 3,0 | — | 4,6 | 4,5 | — | 4,0 | 0,2 | — | 0,2 | 6 | IV |
| 39 | — | — | 8 | — | — | 2,4 | 3,1 | 6,0 | 1,6 | 1,4 | 0,9 | 0,2 | 0,04 | 0,05 | 26 | V |
| 28 | 13 | — | 8 | 1 | — | 11,3 | 20,7 | — | 2,2 | 2,8 | — | 6,1 | 12,9 | — | 4 | |
| — | — | — | — | — | — | 1,3 | — | 2,2 | — | — | — | 0,1 | — | 0,2 | 5 | |
| 54 | – | — | 16 | — | — | 3,9 | — | — | 4,0 | — | — | 0,04 | — | — | 2 | |
| 41 | — | 18 | 10 | — | — | 2,2 | 4,2 | 3,7 | 1,8 | 2,3 | 1,8 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 24 | |
| 42 | 20 | 21 | 10 | 6 | 4 | 1,5 | 0,6 | 1,2 | 1,1 | 0,2 | 0,8 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 14 | |
| 28 | — | — | 8 | — | — | 0,5 | — | — | Sp. | — | — | 0,1 | — | — | 3 | |
| 48 | 61 | 28 | 10 | 21 | 4 | 3,6 | 2,3 | 5,1 | 2,1 | 1,5 | 2,4 | 0,2 | 0,1 | 0,06 | 17 | VI |
| 35 | — | — | 3 | — | — | 4,8 | — | — | 2,0 | — | — | 0,6 | — | — | 3 | |
| 47 | — | — | 14 | — | — | 1,3 | — | — | 2,4 | — | — | 1,0 | — | — | 3 | |
| — | — | — | — | — | — | 6,5 | — | — | 1,8 | — | — | 1,0 | — | — | 1 | VII |
| — | — | — | — | — | — | 10,6 | 11,8 | — | 2,4 | 1,7 | — | 1,0 | 0,4 | — | 2 | VIII |
| 26 | — | — | 2 | — | — | 10,0 | — | — | 9,8 | — | — | 0,02 | — | — | 1 | IX |
| 40 | — | 9 | 10 | — | 1 | 2,2 | 2,1 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 7 | X |
| 44 | — | — | 5 | — | — | 7,8 | 12,9 | — | 3,5 | 5,3 | — | Chlor | — | — | 3 | XI |
| 36 | — | — | 2 | — | — | 250,0 | — | — | 126,0 | — | — | 308,0 | — | — | 1 | |
| 49 | — | — | 10 | — | — | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | — | 5 | XII |
| 49 | 26 | — | 10 | 2 | — | 1,9 | 0,5 | — | 0,9 | 0,6 | — | 0,3 | 0,02 | — | 2 | |
| 48 | — | — | 7 | — | — | 14,2 | 5,9 | — | 1,6 | 2,0 | — | 8,7 | 4,6 | — | 4 | |
| 28 | — | — | 12 | — | — | 0,6 | 0,3 | — | 0,3 | 0,07 | — | 0,6 | — | — | 3 | |
| 22 | — | — | 3 | — | — | 3,7 | — | — | 0,8 | — | — | 3,0 | — | — | 1 | |

Tabelle II.

| | Bezeichnung des Bodens | Im Gesamtboden ist enthalten Feinboden < 2 mm | | |
|---|---|---|---|---|
| | | A ‰ | $U_1$ ‰ | $U_2$ ‰ |
| XII | Buntsandstein: Pseudomorphosensandstein ($sm_2$) . . . . | 898 | 989 | — |
| | feinkörniger Sandstein m. Lettenbänken ($sm_3$) | 954 | 339 | — |
| | „ „ mit Löß . . . . | 899 | 618 | — |
| | grobkörniger Sandstein ($sm_4$) . . . . . | 947 | 913 | 679 |
| | „ „ mit Lehm . . . . | 932 | 993 | — |
| | Hauptgeröllhorizont ($sm_5$) . . . . . . . | 938 | 857 | — |
| | „ mit Lehm . . . . | 984 | — | — |
| | Zwischenschichten mit Karneolbank ($so_1$) . | 935 | 971 | 970 |
| | Röt ($so_2$) . . . . . . . . . . . . | 977 | — | 1000 |
| XIII | Muschelkalk: Wellenkalk (mu) . . . . . . . . . | 669 | — | — |
| XIV | Pliocän (tp) . . . . . . . . . . . . . . . . . | 967 | 916 | 994 |
| | „ mit Lehm und Löß . . . . . . . . . . | 984 | — | — |
| XV | Diluvium: a. Sand der Bergsträßer Diluvialterrasse (du) . | 969 | — | 983 |
| | b. Moränen . . . . . . . . . . . . | 958 | — | 352 |
| | $c_1$. Flugsand . . . . . . . . . . . . | 990 | — | — |
| | $c_2$. Löß, Lößlehm und Laimen . . . . . . | 980 | 996 | 972 |
| | Lößgestein . . . . . . . . . . . . . | — | — | 998 |
| | $c_3$. Lehm aus Lößmaterial . . . . . . . | 979 | 983 | 998 |
| | d. α. Glaciallehm, gemischt . . . . . . . | 954 | — | 1000 |
| | β. „ v. Granit v. Neutsch (Granophyr) | 968 | — | 960 |
| | e. Lehm mit Buntsandstein . . . . . . . | 938 | — | — |
| XVI | Alluvium . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 986 | — | 1000 |
| | **B. Wiesenböden.** | | | |
| XVII | Wiesen im Granitgebiete . . . . . . . . . . . | 974 | 974 | — |
| | „ „ Buntsandstein . . . . . . . . . . . | 997 | — | — |
| | „ „ Pliocän . . . . . . . . . . . . . . | 1000 | — | — |
| | „ „ Lehm und Lößgebiete . . . . . . . . | 972 | — | 1000 |
| | „ „ Alluvium . . . . . . . . . . . . . | 986 | — | — |
| | **C. Kalkgesteine.** | | | |
| XVIII | Marmor von Auerbach: gebrannter Bröckelkalk . . . . | — | — | — |
| | Zechstein-Dolomit . . . . . . . . . . . . . . | — | — | — |
| | „ „ Grus . . . . . . . . . . . | — | — | — |
| | Wellenkalk . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | — | — |

| Im lufttrockenen Feinboden sind enthalten Tausendstel | | | | | | | | | | | | | | | Zahl der Bodenproben | No. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Glühverlust | | | Humus | | | Kalk (CaO) | | | Magnesia (MgO) | | | Kohlensäure ($CO_2$) | | | | |
| A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | A | $U_1$ | $U_2$ | | |
| 27 | — | — | 9 | — | — | 0,7 | 1,0 | — | 0,3 | 0,04 | — | 0,4 | — | — | 10 | XII |
| 27 | — | — | 9 | — | — | 0,5 | 0,2 | — | 0,2 | Sp. | — | 0,08 | — | — | 8 | |
| 32 | — | — | 9 | — | — | 1,1 | 0,6 | — | 0,2 | 0,1 | — | 0,3 | — | — | 3 | |
| 48 | — | — | 18 | — | — | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,06 | — | — | — | 7 | |
| — | — | — | — | — | — | 0,5 | 0,2 | — | 0,1 | — | — | — | — | — | 3 | |
| 27 | 20 | — | 11 | 9 | — | 0,3 | 0,3 | — | 0,1 | Sp. | — | 0,3 | — | — | 5 | |
| 45 | — | — | 6 | — | — | 0,7 | — | — | 0,1 | — | — | — | — | — | 2 | |
| 47 | 25 | — | 13 | 3 | — | 1,1 | 0,9 | 1,0 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | — | 6 | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 1,6 | — | — | 0,7 | — | — | — | 1 | |
| 81 | — | — | 11 | — | — | 75,8 | — | — | 2,7 | — | — | 60,4 | — | — | 4 | XIII |
| 50 | — | — | 17 | — | — | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 7 | XIV |
| 40 | — | — | 9 | — | — | 1,8 | — | — | 0,8 | — | — | 0,5 | — | — | 3 | |
| 15 | — | — | 7 | — | — | 12,6 | — | 56,9 | 1,3 | — | 1,2 | 5,4 | — | 44,6 | 3 | XV |
| 49 | — | — | 8 | — | — | 1,0 | — | 0,5 | 0,5 | — | 0,4 | 0,2 | — | 0,2 | 4 | |
| 15 | — | — | 5 | — | — | 23,1 | — | — | 3,0 | — | — | 7,5 | — | — | 2 | |
| 43 | — | — | 5 | — | — | 34,1 | 4,5 | 18,1 | 4,6 | 1,7 | 0,6 | 31,6 | 2,2 | 0,2 | 37 | |
| — | — | 15 | — | — | — | — | — | 111,0 | — | — | 13,0 | — | — | 97,0 | 16 | |
| 37 | 30 | 24 | 9 | 5 | 2,5 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 60 | |
| 37 | — | 29 | 6 | — | — | 2,9 | — | 2,7 | 1,6 | — | 1,3 | 0,4 | — | 0,0 | 8 | |
| 37 | — | — | 5 | — | — | 1,5 | — | 1,0 | 0,6 | — | 1,1 | 0,15 | — | 0,3 | 6 | |
| — | — | — | 6 | — | — | 1,3 | — | — | 0,1 | — | — | — | — | — | 4 | |
| 30 | — | — | 10 | — | — | 1,4 | — | 2,1 | 0,5 | — | 0,2 | 0,7 | — | — | 6 | XVI |
| 131 | 105 | — | 38 | 31 | — | 3,3 | 2,5 | — | 2,2 | 1,8 | — | 0,3 | 0,1 | — | 19 | XVII |
| 48 | — | — | 20 | — | — | 0,9 | — | — | 0,5 | — | — | 0,4 | — | — | 8 | |
| 101 | — | — | 25 | — | — | 1,5 | — | — | 0,3 | — | — | — | — | — | 1 | |
| 109 | — | 46 | 28 | — | — | 3,4 | — | 2,7 | 1,1 | — | 1,3 | 0,3 | — | 0,0 | 5 | |
| 79 | — | — | 20 | — | — | 2,0 | — | — | 1,3 | — | — | 0,4 | — | — | 8 | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 692 | — | — | 5 | — | — | 60 | 1 | XVIII |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 300 | — | — | 193 | — | — | — | 5 | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 314 | — | — | 172 | — | — | — | 1 | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 521 | — | — | 5 | — | — | 418 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 448 | |

Tabelle IIIa.

## Mittelwerte der chemischen Analysen

(sogn. Nährstoffbestimmungen).

| Böden: | Unlöslich % | Durch Salzsäure von 10% gelöst Hundertstel des bei 110° getrockneten Feinbodens | | | | | | | | | In HCl und $Na_2CO_3$ gelöst | Gesamt-N | N-Absorption | Mittel aus Analysen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | | | |
| **Reine Ackerkrumen:** | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Metamorphe Schiefer | 75,8 | 3,6 | 5,4 | 0,34 | 1,12 | 0,82 | 0,11 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 7,8 | 0,21 | 74 | 2 |
| II. Diabas . . . . . . | 86,3 | 2,5 | 1,9 | 0,18 | 0,31 | 0,19 | 0,09 | 0,01 | 0,09 | 0,07 | 3,5 | 0,21 | 97 | 1 |
| III. Diorit . . . . . . | 72,8 | 4,7 | 6,7 | 0,47 | 0,68 | 0,46 | 0,07 | 0,05 | 0,30 | 0,03 | 6,5 | 0,25 | 65 | 2 |
| V. Granit: | | | | | | | | | | | | | | |
| a. Bergsträßer . . | 82,8 | 2,6 | 4,1 | 0,34 | 0,26 | 0,32 | 0,07 | 0,05 | 0,11 | — | 5,5 | 0,11 | 74 | 2 |
| d. Böllsteiner älterer | 76,3 | 4,4 | 4,4 | 0,43 | 1,0 | 1,02 | 0,08 | 0,03 | 0,14 | 0,02 | 7,1 | 0,14 | 68 | 3 |
| e. „ jüngerer | 87,8 | 0,5 | 1,6 | 0,21 | 0,1 | 0,12 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 3,8 | 0,16 | 24 | 1 |
| VI. Hornblendegranit . | 80,8 | 2,9 | 4,1 | 0,33 | 0,3 | 0,36 | 0,06 | 0,04 | 0,09 | 0,04 | 5,3 | 0,24 | 32 | 3 |
| X. Rotliegendes (Ober-Rotl.) . . . . . . | 84,4 | 2,4 | 2,0 | 0,13 | 0,1 | 0,43 | 0,14 | 0,01 | 0,10 | 0,07 | 5,4 | — | 68 | 1 |
| XII. Buntsandstein | | | | | | | | | | | | | | |
| a. unterer . . . . | 86,2 | 2,2 | 1,3 | 0,28 | 0,2 | 0,25 | 0,05 | 0,02 | 0,07 | 0,04 | 3,9 | 0,19 | 39 | 2 |
| b. mittlerer u. oberer | 91,3 | 1,1 | 1,0 | 0,14 | 0,1 | 0,08 | 0,07 | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 2,8 | 0,13 | 24 | 7 |
| XIII. Muschelkalk, Wellenkalk . . . | 67,1 | 2,9 | 1,7 | 10,21 | 0,3 | 0,47 | 0,26 | 9,10 | 0,07 | 0,07 | 2,3 | 0,18 | 59 | 1 |
| XIV. Pliocän . . . . . | 88,7 | 1,6 | 1,4 | 0,11 | 0,05 | 0,11 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 3,6 | 0,16 | — | 1 |
| XV. Diluvium: | | | | | | | | | | | | | | |
| a. Sand der Diluvial-Terrasse . . . . . | 91,8 | 1,3 | 0,4 | 0,87 | 0,3 | 0,13 | 0,03 | 0,43 | 0,07 | 0,05 | 1,9 | 0,08 | 18 | 1 |
| b. Moräne v. Steinbach . . . . . . | 86,6 | 2,3 | 1,7 | 0,08 | 0,2 | 0,12 | 0,05 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 4,0 | 0,16 | 22 | 1 |
| c2. Löß kalkreich . | 68,6 | 2,4 | 2,8 | 10,82 | 0,7 | 0,17 | 0,11 | 7,73 | 0,18 | 0,02 | 3,6 | 0,13 | 75 | 1 |
| c2. Löß entkalkt und Laimen . . . . . | 82,7 | 2,7 | 3,2 | 0,28 | 0,3 | 0,22 | 0,05 | 0,18 | 0,10 | 0,04 | 5,3 | 0,16 | 74 | 2 |
| c3. Lehm aus Löß-material . . . . . | 83,6 | 2,7 | 2,6 | 0,24 | 0,4 | 0,13 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,10 | 5,6 | 0,16 | 63 | 4 |
| dα. Glaciallehm . . | 77,0 | 4,7 | 2,8 | 0,42 | 0,4 | 0,12 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,02 | 7,2 | 0,$\frac{61}{17}$ | 83 | 2* |
| dβ. Granophyrlehm . | 85,7 | 1,0 | 4,9 | 0,24 | 0,2 | 0,17 | 0,06 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 3,3 | 0,14 | 61 | 1 |

* Davon 1 Wiese.

Tabelle IIIa.

| | Unlöslich % | Durch Salzsäure von 10% wurden gelöst Hundertstel des bei 110% getrockneten Feinbodens. | | | | | | | | | In HCl wird $Na_2CO_3$ gelöst | Gesammt-N | N-Absorption | Mittel aus Analysen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $F_2O_3$ | $MO_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | | | |
| Wiesen im Granitgebiet . | — | — | — | 0,22 | 0,2 | — | — | — | 0,02 | — | — | 0,27 | — | 1 |
| „ „ Buntsandstein | — | — | — | 0,30 | 0,3 | 0,07 | 0,09 | — | 0,05 | — | — | 0,32 | — | 3 |
| „ „ Lehm . . . . | 70,4 | 6,7 | 3,0 | 0,50 | 0,4 | 0,10 | 0,05 | 0,03 | 0,18 | 0,01 | 6,2 | 0,42 | 83 | 2 |
| „ „ Alluvium . . | — | 2,4 | 1,4 | 0,12 | — | — | — | — | — | — | — | 0,33 | 34 | 3 |
| Untergrund: Tiefe bei cm | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Diabas . . . . 30 | 84,9 | 1,9 | 3,8 | 0,16 | 0,4 | 0,19 | 0,08 | 0,01 | 0,11 | 0,03 | 5,5 | — | — | 1 |
| VI. Hornblendegranit 35 | 78,6 | 3,0 | 4,9 | 0,34 | 0,2 | 0,36 | 0,04 | 0,01 | 0,12 | 0,04 | 6,5 | — | — | 2 |
| XV. Diluvium | | | | | | | | | | | | | | |
| c. Löß entkalkt . 40 | — | — | — | 0,36 | 0,4 | 0,12 | 0,13 | 0,26 | 0,13 | — | — | — | — | 2 |
| dα. Glaciallehm . 30 | 85,2 | 2,7 | 2,2 | 0,25 | 0,1 | 0,15 | 0,07 | 0,02 | 0,07 | 0,03 | 5,6 | — | — | 1 |
| Tieferer Untergrund: (Gesteinsgrus) bei cm | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Diabas . . . . 100 | 69,9 | 3,6 | 9,6 | 1,22 | 0,2 | 0,97 | 0,24 | 0,02 | 0,39 | 0,02 | 11,5 | — | — | 1 |
| III. Diorit . . . . 100 | 79,1 | 4,1 | 5,8 | 0,70 | 0,2 | 0,85 | 0,10 | 0,00 | 0,24 | 0,01 | 5,3 | — | — | 1 |
| V. Granit: d. Böllsteiner älterer . 100 | 77,4 | 5,7 | 4,2 | 0,56 | 0,9 | 1,20 | 0,50 | 0,03 | 0,14 | 0,0 | 7,2 | — | — | 1 |
| VI. Hornblendegran. 100 | 81,1 | 3,0 | 4,5 | 0,52 | 0,5 | 0,25 | 0,15 | 0,01 | 0,09 | 0,01 | 6,2 | — | — | 2 |
| XIV. Pliocän . . . . 150 | — | — | — | 0,23 | 0,2 | 0,16 | 0,19 | — | 0,05 | — | — | — | — | 2 |
| XV. Diluvium | | | | | | | | | | | | | | |
| c. Löß . . . . 200 | 66,9 | 2,1 | 1,0 | 12,11 | 1,2 | 0,12 | 0,09 | 9,7 | 0,20 | 0,03 | 2,7 | — | — | 2 |
| dβ. Glaciallehm 150 | 81,6 | 3,2 | 3,3 | 0,34 | 0,5 | 0,22 | 0,07 | 0,01 | 0,10 | 0,01 | 3,0 | — | — | 2 |
| | | | | | | | | | | | Zusammen . . . | | | 63 |

Tabelle
Chemische
(sogen. Nährstoff-

| No. | Blatt | Bezeichnung des Bodens | Tiefe cm | Wasser bei 110° % | Glühverlust % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **I. Metamorphe Schiefer.** | | | |
| 34 | N | Kolmbach Fl. 4, Höhe | A 15 | 2,12 | 4,90 |
| 222 | „ | Winkel Fl. 4 oberhalb d. Ch. | „ 15 | 2,64 | 5,84 |
| | | **II. Diabas.** | | | |
| 78 | N | Balkhausen Fl. 11, Steinbruch über der Quattelbach | A 15 | 1,34 | 4,63 |
| | | | $U_1$ 30 | 2,22 | 2,98 |
| | | | $U_2$ 100 | 2,60 | 2,28 |
| | | **Marmor** | | | |
| | Z | von Auerbach, reinste Varietät (Chelius, S. 52) | — | 0,14 | — |
| | | kalkärmere „ | — | — | — |
| | Bb | von Höllerbach (Chelius, Erl., Bl. Brensbach, S. 16) | — | — | — |
| | | **III. Diorit.** | | | |
| 10 | N | Gadernheim Fl. 3, am Wege nach der Neunkirchener Höhe | A 20 | 2,54 | 5,68 |
| | | | $U_2$ 100 | 2,44 | 3,10 |
| 215 | N | Laudenau Fl. 1 | A 15 | 4,52 | 7,90 |
| | | **Diorit mit Löß** | | | |
| 62 | B | Unter-Hambach Fl. 2, Kritzberg | Wein 30 | 2,30 | 5,10 |
| | | **V. Granit.** | | | |
| | | a. Bergsträßer. | | | |
| 2 | N | Allertshofen Fl. 2 | A 15 | 1,04 | 2,37 |
| 210 | Bb | Pfaffenbeerfurth Fl. 2, Übergang z. Hornblendegr. | A 15 | 2,40 | 4,60 |
| 19 | B | Kirchberg v. Bensheim (mit Flugsand) | Wein 30 | 1,70 | 3,96 |
| | | d. Böllsteiner älterer. | | | |
| 40 | Bb | Kirch-Beerfurth Fl. 2, Eisenbahneinschnitt (porphyrisch) | A 15 | 1,44 | 5,94 |
| | | | $U_2$ 100 | 1,60 | 1,84 |
| 41 | Bb | „ Str. nach Vierstöck Fl. 1 | A 20 | 1,54 | 4,03 |
| 151 | „ | Ob.-Gersprenz Fl. 2, üb. d. Hutzwiese | A 15 | 1,92 | 4,11 |
| | | e. Böllsteiner jüngerer. | | | |
| 46 | Bb | Langenbrombach, Steinkopf | A 15 | 1,54 | 4,22 |
| | | **VI. Hornblendegranit.** | | | |
| 75 | N | Kuppe des Felsberges, Acker | A 20 | 2,22 | 6,29 |
| | | | $U_1$ 35 | 2,68 | 5,96 |
| | | | $U_2$ 100 | 1,68 | 3,40 |

III b.

Analysen

bestimmungen).

| Durch HCl von 10% wurden gel. Hundertstel des bei 110° getrockt. Feinbodens | | | | | | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | | | Gesamt-N | Unlöslich geglüht % | N-Absorption |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | | | | in HCl | in $Na_2CO_3$ | zus. | | | |
| 3,43 | 4,92 | 0,37 | 0,22 | 0,99* | 0,12* | 0,005 | 0,07 | 0,015 | 0,52 | 4,86 | 5,38 | 0,23 | 79,62 | 66 |
| 3,92 | 5,96 | 0,31 | 1,02 | 0,65 | 0,10 | 0,012 | 0,03 | 0,029 | 0,44 | 9,68 | 10,12 | 0,20 | 71,94 | 82 |
| 2,51 | 1,86 | 0,18 | 0,31 | 0,19 | 0,09 | 0,006 | 0,093 | 0,069 | 0,07 | 3,14 | 3,51 | 0,21 | 86,34 | 97 |
| 1,90 | 3,76 | 0,16 | 0,37 | 0,19 | 0,08 | 0,006 | 0,114 | 0,028 | 0,10 | 5,36 | 5,46 | — | 84,88 | — |
| 3,57 | 9,60 | 1,22 | 0,21 | 0,97 | 0,24 | 0,015 | 0,390 | 0,020 | 0,22 | 11,32 | 11,54 | — | 69,94 | — |
| 0,05 | — | 55,04 | 0,50 | — | — | 42,9 | — | — | — | — | — | — | 1,11 | — |
| — | — | 32-47 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2—14 | — |
| 0,19 | | 55,09 | 0,36 | — | — | 43,38 | — | — | 0,06 | — | — | — | 1,37 | — |
| 5,12 | 5,79 | 0,49 | 0,16 | 0,56 | 0,06 | 0,008 | 0,25 | 0,011 | 0,15 | 4,16 | 4,31 | 0,28 | 75,94 | 58 |
| 4,08 | 5,81 | 0,70 | 0,24 | 0,85 | 0,10 | 0,00 | 0,24 | 0,007 | 0,28 | 5,04 | 5,32 | — | 79,12 | — |
| 4,37 | 7,67 | 0,45 | 1,20 | 0,36 | 0,09 | 0,076 | 0,36 | 0,060 | 0,15 | 8,64 | 8,79 | 0,23 | 68,64 | 70 |
| 3,91 | 8,03 | 1,62 | 0,38 | 0,49 | 0,07 | 0,42 | 0,90 | 0,015 | 0,10 | 6,08 | 6,18 | — | 72,64 | 68 |
| 2,51 | 4,44 | 0,29 | 0,17 | 0,54 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,001 | 0,24 | 5,96 | 6,20 | 0,09 | 82,88 | — |
| 2,70 | 3,68 | 0,40 | 0,36 | 0,11 | 0,07 | 0,03 | 0,11 | — | 0,21 | 4,64 | 4,85 | 0,13 | 82,84 | 81 |
| 2,43 | 1,19 | 0,81 | 0,32 | 0,23 | 0,04 | 0,30 | 0,15 | 0,07 | 0,07 | 3,52 | 3,59 | 0,16 | 86,63 | 68 |
| 3,82 | 4,56 | 0,33 | 0,26 | 0,87* | 0,07 | 0,04 | 0,19 | 0,03 | 0,26 | 5,66 | 5,92 | 0,11 | 77,40 | 60 |
| 5,66 | 4,16 | 0,56 | 0,85 | 1,20 | 0,15 | 0,03 | 0,14 | 0,0 | 0,29 | 6,96 | 7,25 | — | 77,40 | — |
| 4,08 | 3,62 | 0,46 | 1,23 | 0,78 | 0,11 | 0,006 | 0,14 | 0,024 | 0,34 | 5,96 | 6,30 | 0,15 | 78,83 | — |
| 5,33 | 4,95 | 0,49 | 1,51 | 1,43 | 0,07 | 0,06 | 0,09 | Spur | 0,30 | 8,88 | 9,18 | 0,16 | 72,68 | 76 |
| 0,48 | 1,62 | 0,21 | 0,05 | 0,12 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,024 | 0,06 | 3,76 | 3,82 | 0,16 | 87,82 | 24 |
| 3,04 | 3,62 | 0,26 | 0,16 | 0,13 | 0,03 | 0,10 | 0,13 | 0,09 | 0,09 | 6,32 | 6,41 | 0,36 | 79,30 | 33 |
| 2,60 | 3,74 | 0,27 | 0,14 | 0,16 | 0,03 | 0,007 | 0,12 | 0,07 | 0,10 | 7,93 | 8,03 | — | 78,54 | — |
| 2,17 | 3,98 | 0,49 | 0,12 | 0,05 | 0,21 | 0,011 | 0,08 | 0,02 | 0,12 | 4,08 | 4,20 | — | 85,06 | — |

*) Zweite Best. 1,07 $K_2O$. 0,10 $Na_2O$.

Tabelle IIIb.

| No. | Blatt | Bezeichnung des Bodens | Tiefe cm | Wasser bei 110° % | Glühverlust % |
|---|---|---|---|---|---|
| 54 | Bb | Reichelsheim Fl. 8, am Fuße d. Reichenberges . | A 15 | 2,98 | 5,13 |
| | | | $U_1$ 30 | 2,28 | 5,08 |
| | | | $U_2$ 75 | 3,36 | 4,45 |
| 1 | N | Beedenkirchen Fl. 9, östlich d. Waldhaus . . . | A 15 | 1,96 | 5,04 |
| | | | $U_2$ 100 | 1,52 | 1,05 |
| | | **X. Rotliegendes.** | | | |
| 178 | Bb | Ober. Rotl. mit Granit von Ober-Kainsbach Fl. 4 | A 15 | 2,20 | 4,35 |
| | | **XI. Zechstein.** | | | |
| | | Dolomitgesteine. | | | |
| 135 | Bb | Dolomit aus dem Bruche v. Forstel Fl. 2, an der Chaussée . . . . . . . . . . . . . . . . | 500 | 0,12 | 0,10 |
| 349 | „ | Fester Dolomit v. Ober-Kinzig . . . . . . . . | — | — | — |
| „ | „ | Dolomitasche 1 m unter $su_1$ . . . . . . . . . . | — | — | — |
| | | Dolomit von Erzbach (Klemm, Erl. z. Bl. Erbach, S. 22) . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 0,10<br>0,18 | —<br>— |
| | | **XII. Buntsandstein.** | | | |
| 123 | Bb | $su_2$ Böllstein Fl. 1 mit Granit . . . . . . . . . | A 20 | 1,66 | 4,90 |
| 350 | „ | $su_2$ Forstel Fl. 3 · . . . . . . . . . . . . . . . | A 15 | 1,50 | 5,00 |
| 64 | B | $sm_1$ mit Löß, Steinkopf b. Heppenheim . . . . . | Wein 30 | 1,05 | 1,97 |
| | | *$sm_2$ Starkenburg b. Heppenheim . . . . . . . | Wein | — | — |
| 18* | K | *$sm_2$ von Rimhorn, Gesteinsgrus . . . . . . . . | $U_2$ | 0,57 | — |
| 247 | M | $sm_3$ Dorf Erbach Fl. 3 . . . . . . . . . . . . . | A 15 | 0,48 | 2,68 |
| 16* | K | *Emetzwald b. Lützelbach mit Löß . . . . . . | A 10 | 1,95 | — |
| 6* | „ | $sm_5$ bei Zell gegen Haberich Höhe . . . . . . . | W 10 | 2,49 | — |
| 5* | „ | „ nördlich v. Vielbrunn . . . . . . . . . . . . | A 12 | 1,57 | — |
| 276 | E | Zwischen Haisterbach u. H.- Hof mit etwas Lehm $so_1$ | A 15 | 1,34 | 3,96 |
| | | **XIII. Wellenkalk.** | | | |
| 234 | M | Dorf Erbach Fl. 1 mit Sandstein . . . . . . . | A 15 | 2,14 | 5,10 |
| 405 | „ | Wellenkalkgestein v. Steinbach . . . . . . . . | — | — | 0,74 |
| | | **XIV. Pliocän.** | | | |
| 316 | K | Vielbrunn (mit Lehm) . . . . . . . . . . . . . | A 15 | 2,24 | 4,00 |
| 15* | „ | Thon von Diemen b. Lützelbach . . . . . . . . | U 150 | 2,85 | — |
| 9* | „ | Gelb. Thon oberh. Weitengesäß . . . . . . . . | U 100 | 2,18 | — |

* Anal.: Dr. W. Sonne, Darmstadt.

| Durch HCl. von 10% wurden gel. Hundertstel des bei 110° getrockt. Feinbodens. | | | | | | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | | | Gesamt-N | Unlöslich geglüht % | N-Absorption |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | | | | in HCl | in $Na_2CO_3$ | Zus. | | | |
| 2,46 | 5,47 | 0,46 | 0,33 | 0,52 | 0,08 | 0,01 | 0,09 | 0,02 | 0,16 | 4,16 | 4,32 | 0,17 | 81,08 | — |
| 3,48 | 6,03 | 0,42 | 0,35 | 0,57 | 0,06 | 0,007 | 0,12 | 0,01 | 0,05 | 4,96 | 5,01 | — | 78,72 | — |
| 3,57 | 7,73 | 0,74 | 0,34 | 1,12 | 0,07 | 0,008 | 0,08 | 0,00 | 0,22 | 6,88 | 7,10 | — | 74,72 | — |
| 3,21 | 3,17 | 0,28 | 0,35 | 0,44 | 0,06 | 0,002 | 0,05 | 0,024 | 0,26 | 4,80 | 5,06 | 0,21 | 82,06 | 30 |
| 3,82 | 5,08 | 0,55 | 0,97 | 0,46 | 0,09 | 0,005 | 0,09 | Spur | 0,42 | 7,76 | 8,18 | — | 77,18 | — |
| 2,37 | 2,00 | 0,13 | 0,15 | 0,43 | 0,14 | 0,01 | 0,10 | 0,07 | 0,21 | 5,2 | 5,41 | — | 84,44 | 68 |
| 0,72 | | 30,34 | 18,56 | 0,04 | 0,11 | — | 0,02 | Spur | 0,02 | 0,33 | 0,35 | — | 1,81 | — |
| 0,61 | | 30,08 | 19,76 | — | — | 45,26 | — | — | — | — | — | — | 4,87 | — |
| 1,44 | | 31,40 | 17,19 | 0,08 | 0,21 | — | — | — | — | — | — | — | 0,68 | — |
| 0,61 | 0,02 | 29,59 | 19,46 | 0,14 | 0,32 | 45,26 | 0,03 | 0,01 | — | — | — | — | 2,95 | — |
| 0,47 | 0,06 | 28,83 | 19,07 | 0,11 | 1,24 | 44,07 | 0,03 | 0,01 | — | — | — | — | 5,96 | — |
| 2,19 | 1,75 | 0,28 | 0,21 | 0,25 | 0,05 | 0,02 | 0,06 | 0,03 | 0,13 | 3,68 | 3,81 | 0,17 | 86,05 | 43 |
| 2,27 | 0,80 | 0,28 | 0,16 | 0,26 | 0,06 | 0,03 | 0,07 | 0,06 | 0,14 | 3,76 | 3,90 | 0,20 | 86,28 | 35 |
| 0,74 | 0,16 | 0,36 | 0,07 | 0,12 | 0,01 | 0,30 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 1,55 | 1,61 | 0,10 | 94,33 | 26 |
| — | — | 0,15 | 0,02 | 0,04 | 0,09 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | — | 0,04 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,05 | 1,51 | 0,09 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,11 | 2,64 | 2,75 | 0,11 | 91,68 | 22 |
| — | — | 0,23 | 0,13 | 0,15 | 0,29 | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0,17 | 0,19 | 0,06 | 0,07 | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0,19 | 0,14 | 0,06 | 0,06 | — | 0,09 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,66 | 1,38 | 0,12 | 0,22 | 0,09 | 0,04 | — | 0,04 | 0,03 | 0,16 | 4,00 | 4,16 | 0,17 | 87,92 | 63 |
| 2,94 | 1,73 | 10,21 | 0,33 | 0,47 | 0,26 | 9,10 | 0,07 | 0,07 | 0,28 | 2,00 | 2,28 | 0,18 | 67,08 | 59 |
| 1,00 | | 52,12 | 0,50 | — | — | — | Spur | — | — | — | — | — | 4,13 | — |
| 1,59 | 1,39 | 0,11 | 0,05 | 0,11 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 3,52 | 3,58 | 0,16 | 88,67 | — |
| — | — | 0,38 | 0,15 | 0,24 | 0,20 | — | 0,05 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0,08 | 0,29 | 0,09 | 0,18 | — | 0,06 | — | — | — | — | — | — | — |

Tabelle IIIb.

| No. | Blatt | Bezeichnung des Bodens | Tiefe cm | Wasser bei 110° % | Glühverlust % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **XV. Diluvium.** | | | |
| 20 | Ba | Diluvialterrasse v. Bensheim . . . . . . . . . . | A 20 | 0,76 | 1,96 |
| 254 | E | Moräne Steinbach Fl. 8 . . . . . . . . . . . . | A 15 | 2,16 | 4.40 |
| 19* | K | „ Rimhorn mit Löß bedeckt . . . . . . . | U | 3,30 | — |
| | | $c_2$. Löß, Lößlehm, Laimen. | | | |
| 67 | N | Elmshausen, Löß an der Papiermühle . . . . . | A 20 | 1,32 | 2,09 |
| | | | $U_2$ 200 | 1,00 | 1,64 |
| 157 | Bb | Langenbrombach, Lehmgrube . . . . . . . . . | A 15 | 2,60 | 3,72 |
| 293 | K | König Fl. 2, Gickelsgraben . . . . . . . . . . | A 15 | 2,92 | 5,30 |
| | | „ Lößboden . . . . . . . . . . . . . . . . | U 40 | 3,62 | — |
| | | „ Sandlöß . . . . . . . . . . . . . . . . . | $U_2$ 160 | 1,70 | — |
| 331* | K | Sange bei Rimhorn . . . . . . . . . . . . . . . | U 40 | 3,17 | — |
| | | $c_3$. Lehm aus Lößmaterial. | | | |
| 29 | Na | Reichenbach Fl. 6, Binn . . . . . . . . . . . . | A 15 | 2,12 | 3,66 |
| 173 | Bb | Reichelsheim am Bahnhofe . . . . . . . . . . | A 20 | 2,12 | 3,99 |
| 249 | E | Erbach unter der Sophienhöhe . . . . . . . . . | A 15 | 2,34 | 5,00 |
| 12* | K | Lehm über Pliocän in Momart . . . . . . . . . | — | — | — |
| | | $d\alpha$. Glaciallehm, gemischt. | | | |
| 39 | N | Ziegelei in Gadernheim . . . . . . . . . . . . | W 10 | 4,68 | 10,30 |
| | | | $U_2$ 100 | 2,88 | 4,64 |
| 70 | N | Beedenkirchen Fl. an der neuen Straße nach Brandau . . . . . . . . . . . . . . . . | A 15 | 1,70 | 3,00 |
| | | | U 15/30 | 1,68 | 3,07 |
| | | | $U_2$ 150 | 1,88 | 1,68 |
| | | β. Lehm über Granit (Granophyrlehm). | | | |
| 425 | N | Neutsch unterhalb des Rämsterberges . . . . | A 15 | 1,76 | 3,72 |
| | | **XVII. Wiesen.** | | | |
| 175 | Bb | Reichelsheim Fl. 9 (Granitgeb.) . . . . . . . . | W 10 | — | 7,73 |
| 241 | M | Dorf Erbach (Dreiseethal B. S.) (mit Löß?) . . . | W 10 | — | 8,84 |
| 6* | K | Weitengesäß Fl. 8, Haberich $sm_5$ . . . . . . . | W 10 | 2,49 | — |
| 7* | K | desgl. $sm_5$ . . . . . . . | W 10 | 2,82 | — |
| 390 | N | Gadernheim Fl. 1 (Lehm) . . . . . . . . . . . | W 15 | 4,68 | 10,30 |
| 360 | K | König, Thal v. Fürstengrund (Lehm) . . . . . . | W 10 | — | 8,42 |
| 282 | E | Michelstadt, Bleiche Alluv. . . . . . . . . . . | W 10 | 3,20 | 8,91 |
| 320 | K | König Fl. 10, Mümling Alluv. . . . . . . . . . | W 15 | 2,52 | 6,00 |
| 356 | K | Zell Fl. 1, desgl. . . . . . . . . . . | W 10 | 2,88 | 8,62 |
| | | Rheinschlick v. Mettenheim Rh. . . . . . . . . . | A 15 | — | 7,65 |
| | | Rheinschlick v. 1871 untersucht von der Versuchsstation Darmstadt . . . . . . . . . . . . | | 2,66 | 6,29 |

| Durch Salzsäure von 10% wurden gel. Hundertstel des bei 110° getrockt. Feinbodens | | | | | | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | | | Gesamt-N % | Unlöslich geglüht % | N Absorption |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | | | | in HCl | in $Na_2CO_3$ | zus. | | | |
| 1,28 | 0,44 | 0,87 | 0,27 | 0,13 | 0,03 | 0,13 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 1,87 | 1.92 | 0,08 | 91,77 | 18 |
| 2,28 | 1,74 | 0,08 | 0,17 | 0,12 | 0,05 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,14 | 3,84 | 3,98 | 0,16 | 86,64 | 22 |
| — | — | 3,10 | 0,49 | 0,20 | 0,11 | — | 0,06 | — | — | — | — | — | — | — |
| 2,36 | 2,79 | 10,82 | 0,65 | 0,17 | 0,11 | 7,73 | 0,18 | 0,015 | 0,13 | 3,44 | 3,57 | 0,13 | 68,60 | 75 |
| 2,10 | 0.97 | 13,06 | 1,16 | 0,10 | 0,04 | 10,33 | 0,37 | 0 03 | 0,16 | 2,48 | 2,64 | — | 66,90 | — |
| 2,93 | 2,97 | 0,27 | 0,43 | 0,21 | 0,04 | 0,30 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 5,68 | 5,74 | 0,17 | 83,01 | 63 |
| 2,50 | 3,50 | 0,29 | 0,30 | 0,24 | 0,07 | 0,06 | 0,11 | 0,02 | 0,04 | 4,80 | 4,84 | 0.15 | 82,40 | 88 |
| — | — | 0,39 | 0,30 | 0,13 | 0,13 | 0,26 | 0,12 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 11,16 | 1,22 | 0,14 | 0,13 | 9,12 | 0,13 | — | — | — | — | — | — | 42 |
| — | — | 0,34 | 0,50 | 0,10 | — | — | 0,14 | — | — | — | — | — | — | — |
| 2,88 | 3,01 | 0,40 | 0,53 | 0,25 | 0,14 | 0,01 | 0,18 | 0,01 | 0,12 | 6,12 | 6,24 | — | 81,94 | 64 |
| 2,40 | 2,24 | 0,29 | 0,51 | 0,11 | 0,13 | 0,07 | 0,14 | 0,09 | 0,09 | 4,56 | 4,65 | 0,17 | 84,16 | 62 |
| 2,77 | — | 0,12 | 0,22 | 0,09 | 0,07 | 0,02 | 0,08 | Sp. | 0,06 | 5,84 | 5,90 | 0,15 | 84,80 | — |
| — | — | 0,15 | 0,27 | 0,08 | 0,11 | — | 0,06 | — | — | — | — | — | — | — |
| 6,72 | 3,00 | 0,55 | 0,70 | 0,10 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,16 | 8,88 | 9,04 | 0,51 | 68,72 | 83 |
| 3,36 | 3,74 | 0,36 | 0,63 | 0,08 | 0,09 | 0,00 | 0,05 | Sp. | 0,06 | 7,84 | 7,90 | — | 78,52 | — |
| 2,70 | 2,58 | 0,30 | 0,14 | 0,14 | 0,06 | 0,02 | 0,07 | 0,04 | 0,10 | 5,25 | 5,35 | 0,17 | 85,35 | — |
| 2,73 | 2,17 | 0,25 | 0,14 | 0,15 | 0,07 | 0,02 | 0,075 | 0,03 | 0,08 | 5,52 | 5,60 | — | 85,22 | — |
| 3,00 | 2,84 | 0,31 | 0,40 | 0,17 | 0,06 | 0,02 | 0,15 | 0,02 | 0,09 | 6,00 | 6,09 | — | 84,68 | — |
| 0,99 | 4,90 | 0,24 | 0,22 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 3,20 | 3,29 | 0,14 | 85,72 | 61 |
| — | — | 0,22 | 0,18 | — | — | 0,02 | — | — | — | — | — | 0,27 | — | — |
| — | — | 0,47 | 0,15 | — | — | 0,07 | — | — | — | — | — | 0,32 | — | — |
| — | — | 0,17 | 0,39 | 0,06 | 0,08 | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0,47 | 0,51 | 0,09 | 0,10 | — | 0,04 | — | — | — | — | — | — | — |
| 6,72 | 3,00 | 0,55 | 0,70 | 0,10 | 0,05 | 0,01 | 0,18 | 0,01 | 0,12 | 6,12 | 6,24 | 0,51 | 72,04 | 83 |
| — | — | 0,46 | 0,12 | — | — | 0,05 | — | — | — | — | — | 0,33 | 68,72 | — |
| 2,46 | 2,30 | 0,18 | 0,27 | 0,16 | 0,08 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 4,64 | 4,76 | 0,41 | 80,44 | — |
| 2,08 | 1,40 | 0,11 | 0,19 | 0,10 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 0,04 | 0,06 | 3,84 | 3,90 | 0,27 | 85,70 | — |
| 2,73 | 0,64 | 0,06 | 0,27 | 0,17 | 0,02 | 0,01 | 0,11 | 0,07 | 0,05 | 5,60 | 5,65 | 0,32 | 80,98 | 34 |
| 3,75 | 2,80 | 9,00 | 0,37 | 0,21 | 0,17 | 6,58 | ? | 0,06 | 0,14 | 6,80 | 6,94 | 0,19 | — | 87 |
| 3,27 | | 14,06 | 1,91 | 0,43 | 0,08 | 11,17 | 0,13 | 0,16 | 0,61 | — | — | — | — | — |

Tabelle IVa.

## Gesteinsgrus, aufgeschlossen nach Hilgard.

| No. | Bezeichnung des Gesteinsgruses | Tiefe der Staubannahme cm | Wasser bei 110° | Glühverlust | Unlösliches geglüht | Durch Salzsäure von 1,115 spec. Gew. (10 gr Boden und 80 cm HCl) wurden bei fünftägigem Erwärmen im Wasserbade gelöst Hundertstel: des bei 110° getrockneten Materials | | | | | | SiO gelöst durch | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | HCl | $Na_2CO_3$ | in Sa. | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ |
| 78u | Diabas, Balkhausen Fl. 11, über dem Quattelbach . . | 100 | 1,60 | 2,20 | 52,00 | 6,15 | 9,45 | 3,07 | 3,47 | 1,31 | 0,26 | 1,00 | 20,70 | 21,70 | 0,01 | 0,36 | — |
| $10u_2$ | Diorit von Gadernheim, Fl. 3 . . . | 100 | 2,40 | 3,10 | 50,91 | 9,30 | 12,78 | 0,64 | 0,19 | 1,27 | 0,26 | 1,09 | 19,36 | 20,45 | 0,005 | 0,25 | |
| $40u_2$ | Granit, Böllsteiner älterer, Kirchbeerfurth Eisenbahneinschnitt, porphyrisch . . | 100 | 2,10 | 2,50 | 57,73 | 9,84 | 9,76 | 0,54 | 1,04 | 1,82 | 0,12 | 0,29 | 15,36 | 15,65 | 0,03 | 0,33 | |
| $75u_2$ | Hornblendegranit, Kuppe des Felsberg . . . . . . | 100 | 1,60 | 2,95 | 34,24 | 8,63 | 10,97 | 2,98 | 1,09 | 0,54 | 0,73 | 0,42 | 29,86 | 30,28 | 0,01 | 0,067 | |
| $54u_2$ | Hornblendegranit, Reichenberg bei Reichelsheim . . | 75 | 2,70 | 3,80 | 37,50 | 7,83 | 16,29 | 1,60 | 1,91 | 1,56 | 0,48 | 0,37 | 25,40 | 25,77 | 0,01 | 0,30 | 0,[illegible] |
| $67u_2$ | Löß v. Elmshausen a. d. Papiermühle | 200 | 1,60 | 1,65 | 58,20 | 3,43 | 3,69 | 13,20 | 1,28 | 0,42 | 0,12 | 0,12 | 5,80 | 5,92 | 10,33 | 0,17 | |
| $39u_2$ | desgl. von Gadernheim, Ziegelei . | 100 | 1,44 | 4,64 | 60,70 | 4,13 | 9,59 | 1,46 | 0,81 | 0,95 | 1,30 | 0,11 | 17,30 | 17,41 | 0,00 | 0,065 | |
| $70u_2$ | Glaciallehm v. Beedenkirchen, Neue Kreisstr. . . . . | 150 | 2,00 | 1,80 | 74,60 | 4,40 | 6,97 | 0,56 | 0,62 | 0,69 | 0,34 | 0,08 | 9,90 | 9,98 | 0,02 | 0,20 | 0,[illegible] |

## Tabelle IVb.

### Zusammensetzung des löslichen Anteils wasserfrei berechnet.

| | | Hundertstel | | | | | | | | Sauerstoff-quotient |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $SiO_2$ | $P_2O_5$ | |
| 34 Ackerkrume . . | I | 22,4 | 32,1 | 2,4 | 1,4 | 6,5 | 0,8 | 35,1 | 0,46 | 1,50 |
| d. Met. Schiefer . | II | 12,4 | 31,4 | 1,2 | 1,0 | 5,6 | 0,6 | 47,8 | 0,29 | 0,95 |
| | III | 5,2 | 31,1 | 0,3 | 0,6 | 4,9 | 0,5 | 57,4 | 0,05 | 0,65 |
| 78 Diabas von . . . | I | 13,2 | 35,7 | 2,8 | 0,8 | 3,6 | 0,9 | 43,0 | 1,3 | 1,07 |
| Balkhausen . . . | II | 13,6 | 21,0 | 5,9 | 7,7 | 2,9 | 0,6 | 48,3 | 0,7 | 0,76 |
| Gesteinsgrus . . | III | 13,4 | — | 14,8 | 17,0 | 1,8 | 0,1 | 52,9 | 0,16 | 0,47 |
| 10 Diorit von . . . | I | 24,3 | 34,6 | 2,5 | 1,4 | 5,1 | 0,6 | 31,5 | 1,3 | 1,67 |
| Gadernheim . . . | II | 20,9 | 28,7 | 0,8 | 0,4 | 2,9 | 0,5 | 45,8 | 0,5 | 0,91 |
| Grus . . . . . . | III | 18,7 | 24,9 | — | 0,2 | 1,5 | 0,6 | 54,2 | 0,04 | 0,65 |
| 40 Granit. Böllstein. . | I | 28,8 | 20,3 | 2,8 | 4,3 | 6,1 | 0,8 | 36,9 | 0,7 | 1,22 |
| älterer . . . . . | II | 25,7 | 25,4 | 0,3 | 2,7 | 4,8 | 0,3 | 40,8 | 0,8 | 1,08 |
| Grus . . . . . . | III | 22,0 | 29,5 | — | 1,0 | 3,3 | — | 44,2 | 1,0 | 0,94 |
| 40 Ackerkrume . . | I | 24,7 | 29,5 | 0,6 | 1,0 | 5,5 | 0,4 | 38,3 | 0,8 | 1,24 |
| Böllst. älterer . . | II | 20,8 | 29,3 | 0,4 | 1,9 | 3,3 | 0,6 | 43,7 | 1,1 | 0,98 |
| Granit . . . . . | III | 17,2 | 29,2 | — | 2,8 | 1,3 | 0,7 | 48,8 | 1,8 | 0,82 |
| 75 Hornblende . . . | I | 19,6 | 34,7 | 4,4 | 1,1 | 0,5 | 2,0 | 37,7 | 0,6 | 1,24 |
| Granit vom . . . | II | 15,7 | 19,9 | 5,3 | 2,0 | 0,9 | 1,4 | 54,8 | 0,12 | 0,59 |
| Felsberg, Grus . | III | 22,0 | 29,5 | — | 1,0 | 3,3 | — | 44,2 | 0,0 | 0,44 |
| 54 desgl. vom . . . | I | 17,3 | 37,0 | 3,6 | 1,7 | 5,5 | 0,4 | 34,5 | 0,3 | 1,50 |
| Reichenberg . . | II | 14,2 | 29,6 | 2,2 | 3,4 | 2,8 | 0,9 | 46,9 | 0,5 | 0,87 |
| b. Reichelsheim . | III | 12,3 | 24,6 | 2,5 | 4,5 | 1,2 | 1,2 | 53,7 | 0,7 | 0,78 |
| 67 Löß von . . . . | I | 30,0 | 13,8 | an $CO_2$ | 16,5 | 1,5 | 0,6 | 37,6 | 2,1 | 1,04 |
| Elmshausen . . . | II | 23,0 | 24,9 | $P_2O_5$ | 8,6 | 2,8 | 0,8 | 39,9 | 1,0 | 1,07 |
| Gestein . . . . . | III | 16,7 | 34,0 | gebund. | 1,5 | 4,0 | 1,0 | 41,0 | 0,0 | 1,14 |
| 39 Glaciallehm . . . | I | 20,9 | 23,3 | 1,8 | 3,9 | 0,5 | 0,5 | 49,1 | 0,24 | 0,74 |
| v. Gadernheim . . | II | 11,6 | 26,9 | 4,0 | 2,3 | 2,7 | 3,6 | 43,9 | 0,16 | 0,81 |
| Gestein . . . . . | III | 13,1 | 38,6 | 2,3 | 2,1 | 4,9 | 2,6 | 36,4 | 0,10 | 1,41 |
| 70 desgl. von . . . . | I | 23,6 | 22,4 | 1,1 | 3,2 | 1,4 | 0,4 | 47,9 | 1,0 | 0,78 |
| Beedenkirchen . | II | 18,8 | 30,0 | 1,4 | 2,7 | 2,9 | 1,5 | 42,7 | 0,8 | 1,02 |
| Gestein . . . . . | III | 13,2 | 39,0 | 1,7 | 2,1 | 4,9 | 2,6 | 36,5 | 0,5 | 1,42 |

I gelöst durch Salzsäure war 10% 3 Std. erwärmt.
II " " " " 22,9% 5 Tage im Wasserbad.
III = II—I. Alles wasserfrei berechnet.

Tabelle V.

Bauschanalysen der

| No. | Bauschanalysen | $Fe_2O_3$ | FeO | $Al_2O_3$ |
|---|---|---|---|---|
| I. | Metamorphe Schiefer von Mittershausen grobkörnig . | 2,2 | 6,1 | 16,2 |
| | dto. feinkörnig . | 2,4 | — | 18,0 |
| II. | Diabas von Balkhausen . . . . . . . . . . . . . . | 4,1 | 3,8 | 19,5 |
| III. | Diorit von Lindenfels . . . . . . . . . . . . . . | 4,3 | 8,6 | 19,7 |
| IV. | Granit v. Melibokus . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,3 | 1,2 | 16,0 |
| | „ Böllstein. älterer von Bockenrod . . . . . . | 6,1 | 3,7 | 14,1 |
| | „ „ jüngerer von Kirchbrombach . . . | 2,8 | 0,5 | 12,3 |
| | Hornblendegranit v. Felsberg, Felsenmeer . . . . . | 5,0 | 2,7 | 16,6 |
| XI. | Dolomit v. Erbach in HCl löslich . . . . . . . . . | 0,6 | — | 0,02 |
| XII.su | Buntsandstein an der Kellerquelle bei Heidelberg[1] . | 3,6 | 0,1 | 9,2 |
| $sm_2$ | Hinter der Molkenkur-Heidelberg Pseudomorph.[2] . . | 0,4 | 0,1 | 4,6 |
| $sm_3$ | Ob. Pseudomorph. Sandst. v. Seckmauern . . . . . | 1,3 | — | 6,6 |
| $sm_4$ | Sandst. v. Kugelhorizont bei Wörth, kieselig . . . . | 2,0 | — | 1,9 |
| $sm_5$ | Sandiger Letten v. Haberich ($sm_5$) . . . . . . . . | 3,3 | — | 9,1 |
| XIII. | Gew. Wellenkalk v. Erbach—Michelstadt } Min. u. Max. von 6 Analysen, in HCl. unlöslich } . | | 0,6 / 2,5 (zusammen) | |
| | Schaumkalk . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 0,5 | — |
| XV. | Dünensand v. Sandhausen in HCl lösl. . . . . . . . | 0,8 | — | Sp. |
| | dto. in HCl unlöslich[3]) . . . . | 0,9 | — | 4,9 |
| | Löß unterer von der Gaisackerhohl . . . . . . . . | 3,0 | MnO 0,14 | 7,5 |
| | Löß oberer in Groß-Umstadt . . . . . . . . . . . | 3,0 | 0,16 | 7,2 |
| | Sand-Löß, Sange bei Rimhorn . . . . . . . . . . . | 2,7 | — | 10,7 |
| | Laimen v. d. Gaisackerhohl Groß-Umstadt . . . . . | 4,4 | MnO 0,14 | 11,4 |
| | [1]) Analyse v. Dittrich Wasser v. Heidelberg . . . . | — | — | — |
| | [2]) „ v. Thürach Erl. z. Bl. Heidelberg . . . | — | — | — |
| | [3]) „ v. Sauer dto. Schwetzingen . . | — | — | — |

Die übrigen Analysen sind den Erläuterungen der Blätter Zwingenberg, Brensbach, Erbach, König und Groß-Umstadt entnommen.

verbreitetsten Gesteine.

| CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SiO_2$ | Wasser chem. gebunden | Wasser mech. gebunden | Glühverlust | In Säure nicht gelöst | | No. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,4 | 2,8 | 3,7 | 2,5 | — | 0,1 | 61,5 | 0,8 | 1,5 | — | — | $FeS_1$ 0,2 | I. |
| 2,8 | 2,5 | 2,7 | 3,2 | — | 0,5 | 59,0 | 2,4 | 0,4 | — | — | 0,22 | |
| 8,6 | 2,3 | 1,1 | 4,4 | — | 2,0 | 52,1 | 2,8 | — | — | — | $SO_3$ 0,4 | II. |
| 10,5 | 5,7 | 0,6 | 3,9 | — | 0,2 | 45,1 | 0,8 | 0,2 | — | — | $FeS_2$ 0,3 | III. |
| 3,3 | 0,7 | 1,8 | 5,3 | — | 0,2 | 69,7 | 0,5 | — | — | — | — | IV. |
| 4,5 | 2,0 | 3,7 | 0,6 | — | — | 64,4 | 0,8 | — | — | — | — | |
| 1,0 | 0,5 | 4,4 | 0,3 | — | — | 76,5 | 1,6 | — | — | — | — | |
| 8,2 | 4,6 | 1,7 | 3,0 | — | 1,4 | 55,6 | — | — | — | — | — | |
| 29,6 | 19,5 | 0,1 | 0,3 | 45,2 | 0,03 | — | — | 0,1 | — | 3,0 | — | |
| 0,1 | 0,7 | 4,5 | 0,2 | — | 0,02 | 79,7 | — | — | 1,8 | — | — | XI. |
| 0,1 | 0,1 | 2,8 | 0,5 | — | 0,08 | 90,7 | — | — | 0,4 | — | — | |
| 0,0 | 0,3 | 3,4 | 0,2 | — | — | 86,9 | 0,7 | 0,2 | — | — | — | |
| 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | — | — | 94,5 | 0,2 | 0,7 | — | — | — | |
| 0,5 | 0,6 | 1,9 | 2,0 | — | 0,0 | 77,0 | — | — | 5,2 | — | — | |
| 46,1 / 52,9 | 0,3 / 2,2 | — | — | 38,1 / 42,1 | — | 0,2 / 0,4 | — | — | — | 4,0 / 12,5 | — | XIII. |
| 54,1 | 0,6 | — | — | 43,3 | — | — | — | — | — | 1,7 | — | |
| 6,3 | 0,3 | — | — | — | 0,03 | — | — | — | — | — | — | |
| 0,84 | 0,25 | 1,8 | 1,4 | — | 0,92 | 89,7 | — | — | 0,7 | — | — | |
| 12,6 | 2,2 | 1,5 | 0,3 | 10,4 | 0,1 | 56,6 | 6,0 | | — | — | — | XV. |
| 11,2 | 2,3 | 1,1 | 1,0 | 9,2 | 0,2 | 62,3 | 2,3 | | — | — | — | |
| 10,6 | 1,8 | 1,5 | 2,1 | ? | 0,05 | 62,1 | — | | 8,5 | — | — | |
| 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | — | 0,15 | 73,6 | 5,2 | | — | — | — | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | |

Tabelle

Übersicht über die Zusammensetzung

| | Tabelle VIa. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bezeichnung des Wassers | Im l sind enthalten | | | | |
| | | Ges. Härte deutsche ° | Ges. Rückstand | $SiO_2$ | $F_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO |
| A | Granitgebiet | $\frac{0,1}{3,5}$ 1 | $\frac{20}{118}$ 47 | $\frac{4}{25}$ 11 | $\frac{0,4}{3,2}$ 1,9 | $\frac{1,4}{25}$ 6 |
| B | Buntsandstein-Gebiet | $\frac{0,3}{3,6}$ 1,6 | $\frac{20}{86}$ 48 | $\frac{7}{21}$ 10 | $\frac{0,3}{2,0}$ 0,9 | $\frac{2,5}{17}$ 10 |
| C | Muschelkalk-Gebiet | $\frac{14}{34}$ 20 | $\frac{350}{1260}$ 600 | — | — | — |
| D | Diluvium der Bergstraße | $\frac{8}{24}$ 15 | $\frac{196}{544}$ 327 | $\frac{12}{21}$ 16 | $\frac{1,4}{1,8}$ 1,4 | $\frac{72}{209}$ 127 |
| E | desgl. a. nördlich des Odenwalds . (weich) | $\frac{2,5}{8}$ 5 | $\frac{94}{228}$ 162 | $\frac{3}{21}$ 10 | $\frac{1,8}{20}$ 8 | $\frac{20}{70}$ 42 |
| | b. desgl. . (hart) | $\frac{12}{16}$ 13 | $\frac{251}{339}$ 291 | $\frac{10}{18}$ 13 | $\frac{2,2}{5,0}$ 4 | $\frac{71}{121}$ 94 |
| F | Diluv.: a. Versuchsbrunnen d. Stadt Mainz, im Wald von Raunheim etc. 1894 (weich) | $\frac{1,0}{4,1}$ 2,7 | $\frac{51}{109}$ 90 | — | $\frac{0,3}{4,0}$ 2 | $\frac{7}{35}$ 21 |
| | b. desgl. (hart) | $\frac{9}{11,5}$ 10 | $\frac{166}{278}$ 233 | — | $\frac{Sp}{5,7}$ 1 | $\frac{74}{100}$ 91 |
| G | Diluv. u. Alluvium d. Rheinebene | $\frac{10}{23}$ 15 | $\frac{200}{536}$ 331 | $\frac{Spur}{15}$ 10 | $\frac{Sp}{5,3}$ 1,3 | $\frac{72}{196}$ 117 |
| | **Wasser der Flüsse:** | | | | | |
| H | Neckar b. Seckenheim, 28. IV. 1883 | — 19 | — 433 | — 7 | — 1,8 | — 133 |
| | 18 Bestimmungen | $\frac{17,4}{21,0}$ — | $\frac{390}{530}$ | — | — | — |
| I | Main b. Kostheim 1884, 12. Anal. | $\frac{7}{14}$ 11,3 | $\frac{176}{328}$ 271 | — | — | $\frac{52}{98}$ 78 |
| | desgl. im Herbst 1886, Niedrigwasser | — 11,9 | — 310 | — 12 | — 3,3 | — 80 |
| | desgl. oberhalb Offenbach | — 11 | — 235 | — 4 | — 1 | — 76 |
| K | Rhein b. Mainz 1884, 24 Analysen | $\frac{8,4}{10,4}$ 9,1 | $\frac{174}{232}$ 197 | — | — | $\frac{69}{84}$ 74 |
| | desgl. 1886, Mittel aus 12 Proben | — 9,2 | — 209 | — 4,5 | — 1,8 | — 74 |
| | desgl. bei Mannheim, 18 Proben | $\frac{6,2}{9,2}$ — | $\frac{98}{139}$ — | — | — | — |
| L | Nahe 1885, b. Bingen, 12 Analysen | $\frac{2,4}{9}$ 5 | $\frac{94}{233}$ 144 | — | — | $\frac{17}{57}$ 34 |
| | desgl. 10. X. 1886, Niedrigwasser | — 7 | — 189 | — 7 | — 0,6 | — 46 |

VI a u. b.

der im Wasser gelösten Stoffe.

| Milligramm | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | Cl | $P_2O_5$ | Org. Subst. | Suspendiert | |
| $\frac{0,4}{7}$ 2,5 | $\frac{1,2}{18}$ 6,0 | $\frac{1,0}{4,1}$ 2,4 | $\frac{Sp.}{14}$ 4,4 | $\frac{1,3}{9,9}$ 3,5 | $\frac{0}{3,9}$ 2,4 | $\frac{0,3}{3,6}$ 2,5 | — | $\frac{0,3}{3,6}$ 2,5 | — | A |
| $\frac{0}{5,3}$ 2 | $\frac{0,6}{5,3}$ 2,8 | $\frac{1,3}{6,2}$ 3,5 | $\frac{1,0}{8,9}$ 5,4 | $\frac{3,3}{8,2}$ 4,5 | $\frac{0,5}{5,8}$ 1,7 | $\frac{5}{12}$ 9 | — | — | — | B |
| — | — | — | $\frac{Sp.}{14}$ 10 | viel | $\frac{0}{13}$ 5 | — | — | — | — | C |
| $\frac{6,7}{28}$ 19 | — | — | $\frac{9}{43}$ 19 | $\frac{0}{21}$ 10 | $\frac{0}{24}$ 12 | — | — | $\frac{4}{15}$ 10 | — | D |
| $\frac{3,5}{9,4}$ 7 | — | — | $\frac{12}{25}$ 14 | $\frac{5}{29}$ 13 | $\frac{5}{58}$ 28 | — | — | $\frac{1,9}{5,4}$ 4 | — | E |
| $\frac{23}{54}$ 30 | — | — | $\frac{8}{28}$ 20 | $\frac{Sp.}{20}$ 11 | $\frac{0}{33}$ 12 | — | — | $\frac{1,8}{3,9}$ 3 | — | |
| $\frac{1,4}{11}$ 5 | — | — | $\frac{5}{17}$ 11 | $\frac{4}{10}$ 5 | $\frac{0}{19}$ 6 | — | — | $\frac{0}{5,5}$ 0,7 | — | F |
| $\frac{4}{15}$ 9 | — | — | $\frac{9}{39}$ 16 | $\frac{Sp.}{17}$ 7 | $\frac{Sp.}{6}$ 3 | — | — | $\frac{0}{7,2}$ 1 | — | |
| $\frac{2}{39}$ 19 | — | — | $\frac{8}{67}$ 24 | $\frac{5}{59}$ 23 | $\frac{Sp.}{32}$ 13 | — | — | — | — | G |
| — 42 | — | — | — 2 | — 114 | — | — | — | 93 | — | H |
| $\frac{13}{32}$ 24 | — | — | $\frac{8}{25}$ 18 | $\frac{26}{62}$ 50 | $\frac{0}{Sp.}$ | — | — | — | $\frac{6}{89}$ 20 | I |
| — 28 | — 26,1 | — 5,1 | — 25 | — 54 | — 2,9 | 63 | — | 21 | — 13 | |
| — 27 | — 5 | — Sp. | — 11 | — 52 | — | 58 | — | — | — | |
| $\frac{10}{16}$ 13 | — | — | $\frac{7}{11}$ 8 | $\frac{20}{31}$ 24 | Spur | — | — | — | $\frac{4}{119}$ 30 | K |
| — 13 | 5,8 | 3,2 | — 7 | — 20 | — 4 | — 51 | 1,1 | — 17 | $\frac{7}{249}$ 42 | |
| $\frac{5}{22}$ 13 | — | — | $\frac{10}{39}$ 18 | $\frac{9}{18}$ 12 | Spur | — | — | — | $\frac{0}{161}$ 31 | L |
| — 16 | 10,2 | 11,5 | — 27 | — 12 | — 4 | — 46 | 0,5 | 14 | — | |

Tabelle VIb.

| | Bezeichnung des Wassers | Ges. Härte deutsche ° | Ges. Rückstand | Im Gesamtrückstand $SiO_2$ | $F_2O_3$ $Al_2O_3$ | CaO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Granitgebiet . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 100 | $\frac{15}{40}$ 23 | $\frac{1,5}{8,2}$ 4,1 | $\frac{2}{21}$ 10 |
| B | Buntsandstein-Gebiet . . . . . . . . . . . . | — | " | $\frac{9}{50}$ 20 | $\frac{0,1}{3,0}$ 1,5 | $\frac{12}{30}$ 20 |
| C | Muschelkalk-Gebiet . . . . . . . . . . . . | — | " | — | — | — |
| D | Diluvium der Bergstraße . . . . . . . . . . | — | " | $\frac{3,6}{10,7}$ 6 | $\frac{0,1}{0,6}$ 0,4 | $\frac{37}{58}$ 42 |
| E | desgl. a. nördlich des Odenwalds . (weich) | — | " | $\frac{1}{15}$ 7 | $\frac{1}{8}$ 5 | $\frac{18}{39}$ 25 |
| | b. desgl. . . (hart) | — | " | $\frac{4}{6}$ 5 | $\frac{1}{2}$ 1 | $\frac{20}{40}$ 33 |
| F | Diluv.: a. Versuchsbrunnen der Stadt Mainz (weich) | — | " | — | $\frac{Sp.}{4}$ 2 | $\frac{10}{32}$ 24 |
| | b. im Wald von Raunheim etc. (hart) | — | " | — | $\frac{Sp.}{0,6}$ 0,4 | $\frac{28}{50}$ 39 |
| G | Diluv. u. Alluvium d. Rheinebene . . . . . . | — | " | $\frac{Sp.}{6,1}$ 4 | $\frac{Sp.}{1,9}$ 0,7 | $\frac{29}{50}$ 38 |
| H | Wasser des Neckars oberh. Mannheim . . . | — | " | — 2 | 0.4 | — 31 |
| I | » » Mains bei Mainz . . . . . . . . | — | " | — 4 | — 1 | $\frac{25}{37}$ 29 |
| K | » » Rheins » » . . . . . . . . | — | " | — 2 | — 1 | — 35 |
| L | » der Nahe bei Bingen . . . . . . . . | — | " | — 4 | — 0,3 | $\frac{16}{27}$ 24 |

# Druckfehler-

Bei der Korrektur sind folgende Fehler stehen

| Seite. | Zeile. | | An Stelle von — | ist — zu setzen. |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 9 –11 | von oben | Die Anfertigung der Deckblätter ist unterblieben. | |
| 20 | 1 | » » | Nr. 55 | Nr. 75 |
| 27 | 5 | » » | MgO = 1,4 | MgO = 2,4 |
| 27 | 18 | » » | gen. Wißeck. | Gemarkung Wißeck. |
| 28 | 7 | » unten | % | ‰ |
| 29 | 9 | » » | Der Gehalt an $CO_2$ ist in $sm_3$ = 0,3‰ | |
| 31 | 16 | » oben | % | ‰ |
| 31 | 12 | » unten | Analysenmittel diluvialer | Analysen mitteldiluvialer |
| 38 | Kopf d. Tabelle | | Boden von | Untergrund von |
| 51 | 20 | » oben | 0,4% | 0,04% |
| 73 | 11 | » » | Rasse Limuosine | „Race Limousine" |
| 73 | 11 | » » | Rasse Bretonne | „Race Bretonne morbihannaise" |

| sind enthalten Hundertstel: | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | Suspendiert | |
| $\frac{2}{6}$ 5 | $\frac{6}{21}$ 12 | $\frac{1}{10}$ 5 | $\frac{4}{23}$ 9 | $\frac{5}{15}$ 7 | $\frac{2}{5}$ 3 | $\frac{4}{16}$ 5 | — | — | A |
| $\frac{0}{6}$ 4 | $\frac{3}{7}$ 5 | $\frac{2}{20}$ 8 | $\frac{5}{15}$ 11 | $\frac{5}{12}$ 5 | $\frac{2}{9}$ 3 | $\frac{13}{21}$ 16 | — | — | B |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | C |
| $\frac{3{,}1}{9{,}8}$ 6 | — | — | $\frac{2{,}9}{3{,}6}$ 3 | $\frac{\text{Sp.}}{8{,}6}$ 6 | $\frac{3{,}5}{64}$ 5 | — | — | — | D |
| $\frac{3}{5}$ 4 | — | — | $\frac{1}{15}$ 9 | $\frac{3}{15}$ 9 | $\frac{2}{24}$ 18 | — | — | — | E |
| $\frac{8}{16}$ 10 | — | — | $\frac{3}{12}$ 7 | $\frac{\text{Sp.}}{6}$ 4 | $\frac{0}{11}$ 4 | — | — | — | |
| $\frac{3}{11}$ 5 | — | — | $\frac{6}{16}$ 12 | $\frac{2}{12}$ 6 | $\frac{0}{17}$ 6 | — | — | — | F |
| $\frac{2}{6}$ 4 | — | — | $\frac{4}{14}$ 7 | $\frac{\text{Sp.}}{6}$ 3 | $\frac{\text{Sp.}}{4}$ 1 | — | — | — | |
| $\frac{1}{14}$ 5 | — | — | $\frac{4}{15}$ 7 | $\frac{2}{11}$ 7 | $\frac{\text{Sp.}}{10}$ 3 | — | — | — | G |
| — 10 | — | — | — 0,5 | — 26 | — | — | — | — | H |
| $\frac{6}{11}$ 9 | — 8,5 | — 1,6 | $\frac{4{,}5}{9{,}1}$ 8 | $\frac{15}{20}$ 17 | — 1 | — 20 | — | — | I |
| — 6 | — 2,8 | — 1,5 | — 3 | — 10 | — 2 | — 24 | — | 0,6 | K |
| $\frac{5}{10}$ 9 | — 5,1 | — 6,1 | $\frac{9}{17}$ 14 | $\frac{7}{15}$ 9 | — 2 | — 24 | — | 0,3 | L |

# Verzeichnis.

geblieben, welche wir zu berichtigen bitten:

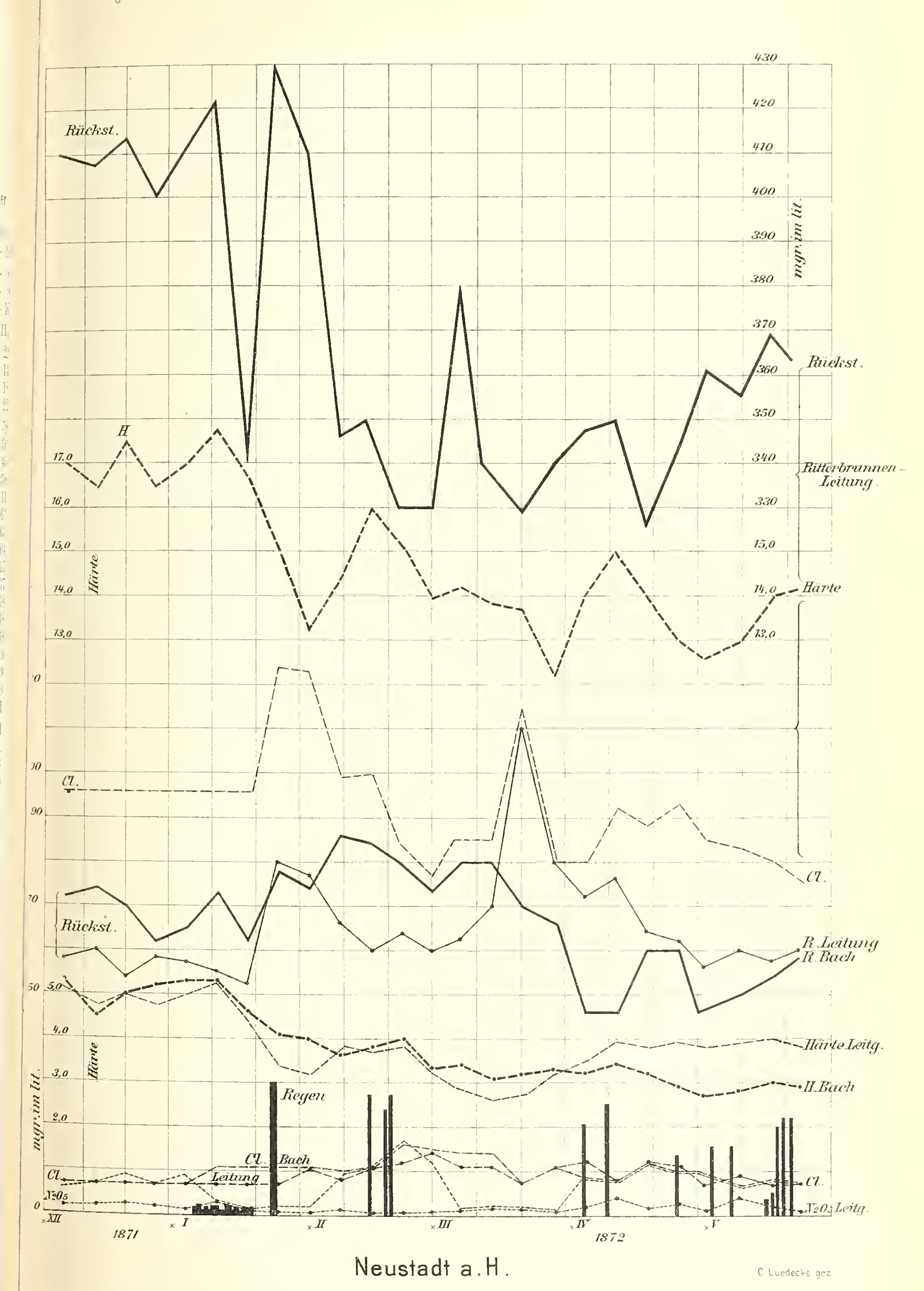
| Seite. | Zeile. | | An Stelle von — | ist — zu setzen. |
|---|---|---|---|---|
| 81 | 2 | von unten | $P_2O_5 = \frac{0{,}55}{0{,}14}$ 0,11 % | $P_2O_5 = \frac{0{,}08}{0{,}14}$ 0,11 % |
| 82 | 6 | » » | (2,25) | (0,25) |
| 93 | 15 | » oben | Das Lößprofil ist folgendes: | |
| | | | oberer Löß | { Lößlehm<br>{ Löß. |
| | | | Sandlöß | |
| | | | unterer Löß | { humoser Laimen<br>{ Laimen<br>{ Löß |

100 Tabelle Überschrift des ersten Stabes Feinerde — Feinstes.

116 Zeile 2 von oben ist zu setzen statt 1750 — 1350.

# Inhalt.

**C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung.**

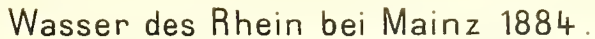


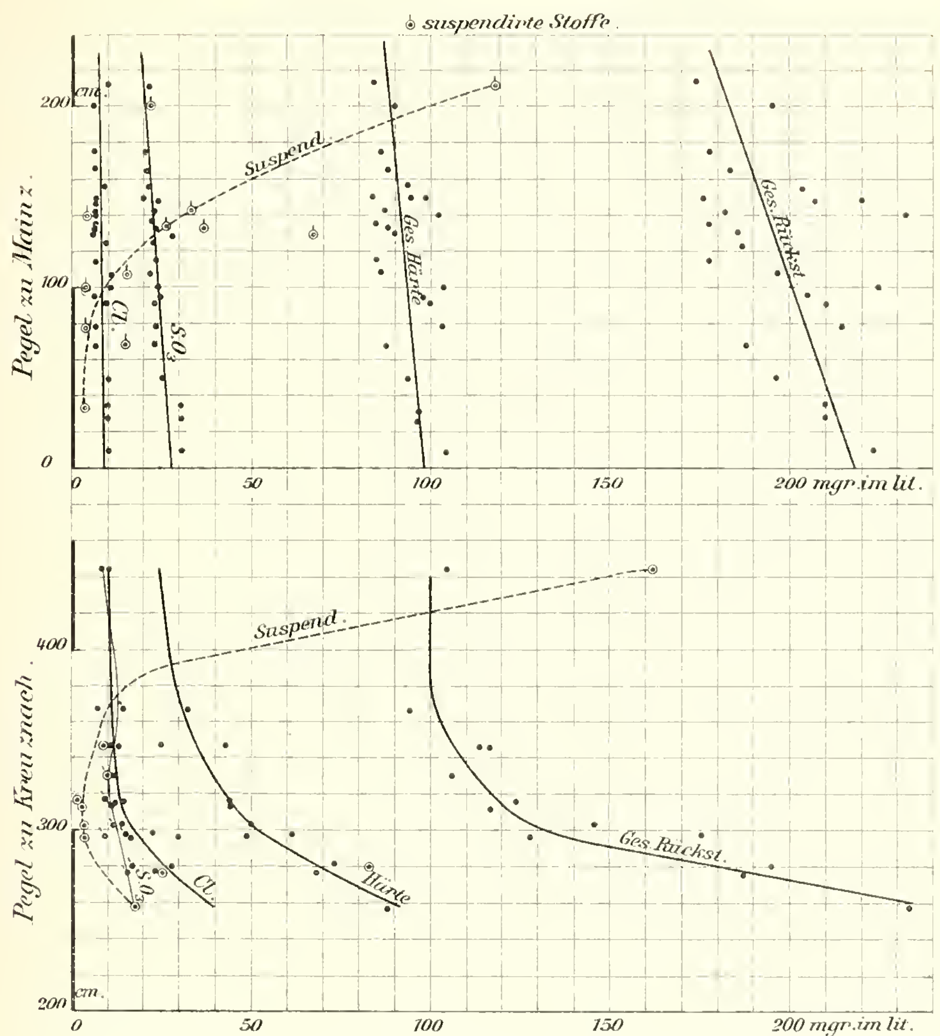

Neustadt a. H.

C. Luedecke gez.

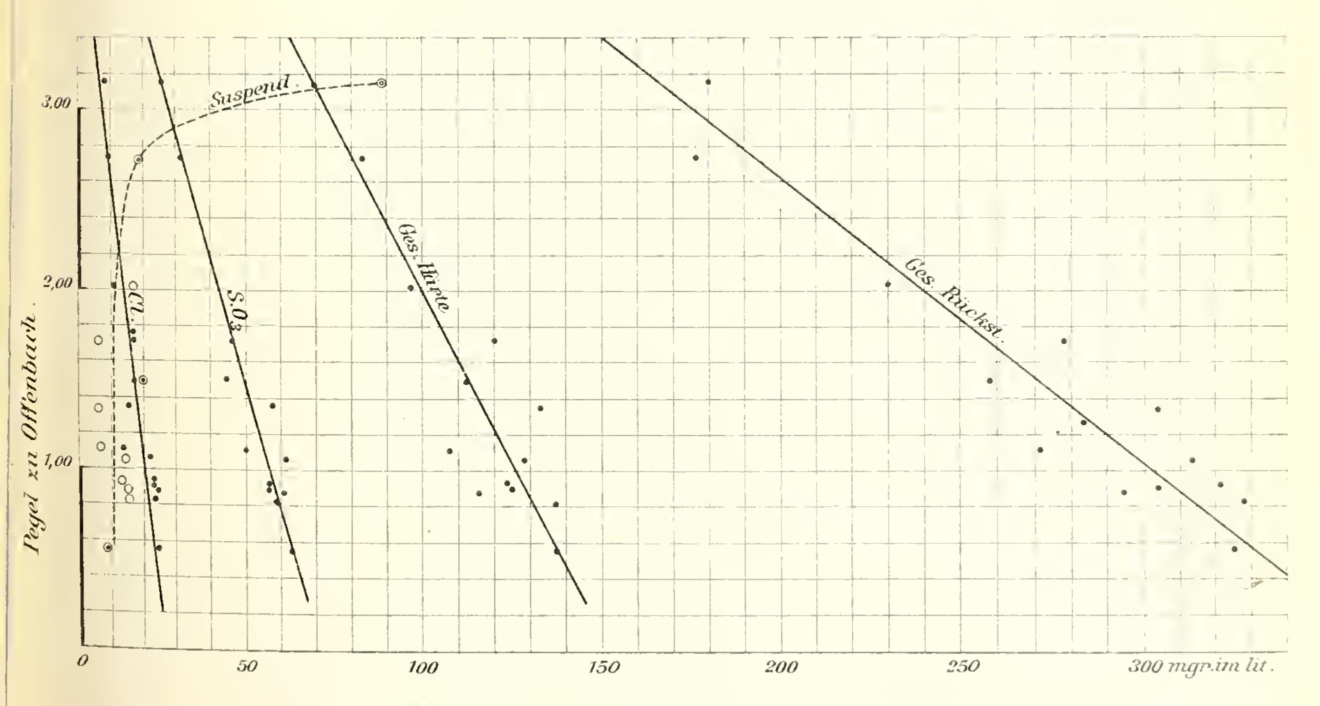
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.






Wasser der Nahe zu Bingen 1885.




Mainwasser von Kostheim 1884.

C. Luedecke fec.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt



# Abhandlungen
der Großherzoglich Hessischen
# Geologischen Landesanstalt
zu Darmstadt.

(Die Hefte sind einzeln käuflich in Commission bei A. Bergsträßer, Darmstadt.)

**Band I. Heft 1.** 1. R. Lepsius, Einleitende Bemerkungen über die geologischen Aufnahmen im Großherzogtum Hessen . . . . . . . . . . . . . . I—XIII
2. C. Chelius, Chronologische Übersicht der geologischen und mineralogischen Litteratur über das Großherzogtum Hessen *M* 2.50 . 1—60
**Heft 2.** Fr. Maurer, Die Fauna der Kalke von Waldgirmes bei Gießen, mit Atlas von elf lithographierten Tafeln. *M* 10.—. . . . . . . . 61—340
**Heft 3.** H. Schopp, Der Meeressand zwischen Alzey und Kreuznach, mit zwei lithographierten Tafeln. *M* 2.50. . . . . . . . . . . . . . . . . 341—392
**Heft 4.** F. von Tchihatchef, Beitrag zur Kenntnis des körnigen Kalkes von Auerbach-Hochstädten an der Bergstraße, mit drei lithographierten Tafeln. *M* 2.50. (Vergriffen.) . . . . . . . . . . . . . . . . . 393—442 (1—50)

**Band II. Heft 1.** Ch. Vogel, Die Quarzporphyre der Umgegend von Groß-Umstadt, mit zehn lithographierten Tafeln. *M* 5.—. . . . . . . . . . . . . 1—55
**Heft 2.** A. Mangold, Die alten Neckarbetten in der Rheinebene, mit einer Übersichtskarte und zwei Profiltafeln. *M* 5.—. . . . . . . . . . 57—114
**Heft 3.** L. Hoffmann, Die Marmorlager von Auerbach an der Bergstraße, mit einer lithographierten Tafel. *M* 2.50. . . . . . . . . . . . . . 115—161
**Heft 4.** G. Klemm, Beiträge zur Kenntnis des krystallinen Grundgebirges im Spessart, mit sechs Tafeln in Lichtdruck. *M* 3.—. . . . . . . 163—257

**Band III. Heft 1.** G. Klemm, Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof (Wolfskehlen bei Darmstadt), nebst einem Anhange über die Bewirtschaftung der verschiedenen Bodenarten des Gutes, vom Besitzer G. Dehlinger, mit einer Karte in Farbendruck. *M* 2.50. . 1—52
**Heft 2.** K. von Kraatz-Koschlau, Die Barytvorkommen des Odenwaldes, mit drei Tafeln. *M* 2.—. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 53—57
**Heft 3.** E. Wittich, Beiträge zur Kenntnis der Messeler Braunkohle und ihrer Fauna, mit zwei Tafeln. *M* 3.—. . . . . . . . . . . . . . 77—147
**Heft 4.** C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen, des Rheingaus und Taunus. *M* 5.—. . . . . . . . . 149—298

**Band IV. Heft 1.** C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung, mit zwei lithographierten Tafeln *M* 5.—. 1—183

---

## Geologische Karte des Großherzogtums Hessen
im Maßstabe 1 : 25000.

Herausgegeben durch das Großherzogliche Ministerium des Innern,

bearbeitet unter der Leitung von R. Lepsius.

Bisher sind erschienen die Blätter Roßdorf, Messel, Darmstadt und Mörfelden mit Erläuterungen von C. Chelius, Blatt Groß-Umstadt von C. Chelius und Chr. Vogel, Blatt Schaafheim-Aschaffenburg von G. Klemm, Blatt Babenhausen von G. Klemm und Chr. Vogel, Blatt Neustadt-Obernburg von C. Chelius und G. Klemm, Blatt Zwingenberg von C. Chelius und G. Klemm, Blatt Bensheim von G. Klemm und C. Chelius, Blatt Brensbach-Böllstein von C. Chelius, Blatt König von Chr. Vogel, Blatt Erbach-Michelstadt von C. Chelius und G. Klemm, Blatt Neunkirchen von C. Chelius, Blatt Lindenfels von C. Chelius, Blatt Beerfelden, Blätter Kelsterbach und Neu-Isenburg von G. Klemm.

Darmstadt 1886—1900. In Commission bei A. Bergsträßer; pro Blatt mit Erläuterung *M*. 2.— (einzeln käuflich).

---

C. F. Winter'sche Buchdruckerei in Darmstadt.





